



Faculdade de Ciências Médicas



Isabel Bastos de  
Almeida

## **Performance do Transverso do Abdómen**

Recurso à Ecografia como Informação de  
Retorno Extrínseca

Dissertação de Mestrado em Fisioterapia em  
Condições Músculo Esqueléticas

Relatório de Projecto de Investigação

Abril 2011

---

Relatório do Projecto de Investigação apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia, área de especialização em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas realizada sob a orientação científica do Professor Ricardo Matias

---

## DECLARAÇÕES

Declaro que este Relatório de Projecto de Investigação é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

O candidato,

---

Setúbal, 29 de Abril de 2011

Declaro que este Relatório de Projecto de Investigação se encontra em condições de ser apresentada a provas públicas.

O(A) orientador(a),

---

Setúbal, 29 de Abril de 2011

---

## AGRADECIMENTOS

Na elaboração escrita, e nos trabalhos subjacentes ao documento que surge como matéria para dissertação de mestrado, houve o propósito de aceder a uma linguagem precisa e clara. A descrição dos conceitos e trabalhos tenta dar a informação necessária da vertente científica e dimensiona o esforço e sacrifícios realizados. Foi em grande parte resultado de colaborações formais e informais com diversas Pessoas, revelando a magnitude e importância que tiveram ao longo deste percurso. É este o momento de realçar algumas delas, expressando o meu agradecimento.

Ao Professor Ricardo Matias, da ESS-IPS, pela sábia orientação, agudo sentido crítico e numerosas sugestões no sentido da melhoria do trabalho final. Pelo incentivo à perseverança nos momentos mais críticos de desânimo, por todo o seu apoio e Amizade.

À Dr.<sup>a</sup> Luísa Figueiredo, chefe do Serviço de Radiologia do Hospital de Santa Marta de Lisboa, pelos ensinamentos fundamentais na interpretação da ecografia, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

Aos Alunos do Curso de Fisioterapia da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal pela sua disponibilização e interesse em colaborar no estudo, como elementos da amostra.

À Professora Gabriela Magalhães Colaço, da ESS-IPS, pelo apoio relativo à conceptualização das tabelas para o tratamento estatístico dos dados.

Ao Eng.<sup>o</sup> Luís Alpendre pela disponibilidade e apoio relacionados com as questões técnicas e informáticas.

À Professora Célia Soares, da ESS-IPS, pelo seu conhecimento estatístico e apoio nos aspectos relacionados com o tratamento dos dados.

À Professora Rita Fernandes e ao Professor Paulo Abreu, da ESS-IPS, que ao fazerem parte de um painel de peritos de Fisioterapia em condições músculo esqueléticas colaboraram na interpretação das imagens ecográficas dos músculos abdominais.

Ao Professor Doutor Raul Oliveira, da FMH, pelo interesse demonstrado e apoio relativo à mais actual bibliografia temática.

Ao Professor Marco Jardim, da ESS-IPS, pelo apoio nos aspectos relacionados com a formatação de texto.

À Professora e Amiga Isabel Rasgado Rodrigues pela leitura cuidada do presente trabalho e força transmitida.

Por último, mas não menos importante, à Professora Doutora Maria Amália Silveira Botelho da UNL-FCM pela sua incondicional Amizade, disponibilidade, capacidade de trabalho e visão crítica na cuidadosa revisão do presente trabalho.

Aos meus familiares, pelo incentivo, apoio e compreensão demonstrados nas várias etapas deste trabalho.

---

## RESUMO

**Desenho do estudo:** Estudo quantitativo, experimental prospectivo de factor único, desenho pré-teste, pós-teste.

**Objectivos:** Determinar a efectividade da ecografia em tempo real, como Informação de Retorno Extrínseca Visual Ecográfica (IRE-VE) na performance do transverso do abdómen (TrA), em sujeitos saudáveis; analisar eventuais diferenças entre a IRE-VE e a Informação de Retorno Extrínseca Verbal Clínica (IRE-VC); medir a performance da musculatura abdominal, através das diferenças na espessura dos músculos TrA e oblíquo interno (OI) e deslizamento do TrA, em repouso e em contracção.

**Enquadramento:** A maioria dos indivíduos não tem conhecimentos nem consciência do contributo de uma boa performance do TrA para a estabilidade da coluna lombar. Vários estudos recentes se têm dedicado a este assunto, tendo sido mostrado o importante contributo da ecografia como Informação de Retorno Extrínseca (IRE). Uma vez que o TrA e o OI contribuem para a estabilidade lombo pélvica, e que a aprendizagem do seu controlo motor é essencial para a recuperação da função, torna-se relevante clarificar o contributo da informação de retorno na primeira fase da aprendizagem da performance desses músculos, bem como encontrar as melhores estratégias para a sua realização. A ecografia foi o instrumento escolhido para servir esse objectivo.

**Métodos:** Participaram no estudo 75 sujeitos, sem queixas lombares, com idades compreendidas entre os 18 e os 38 anos com um valor médio de 21,9 anos ( $\pm 4,03$ ), divididos aleatoriamente em três grupos com uma tarefa comum: a “*Manobra do Transverso*”, em que um grupo não recebeu IRE (GC), outro recebeu IRE verbal clínica e palpatória (GIRE-VC) e o outro recebeu IRE visual ecográfica (GIRE-VE). Para efeitos de análise da contracção da musculatura abdominal, foram estudadas a espessura dos músculos TrA e OI e o deslizamento do TrA, visualizados em imagens ecográficas em tempo real, e congeladas para medição em diferido. Estes procedimentos foram apurados num estudo piloto de fidedignidade das medições em causa. Quanto à abordagem estatística das variáveis de performance muscular foi realizada uma análise da variância simples paramétrica para amostras independentes e um teste para a diferença de médias para amostras emparelhadas.

**Resultados:** Observamos que no GC, a ausência de IRE cursou com uma performance idêntica nos dois momentos de avaliação e que nos dois grupos com IRE, das variáveis de performance, é significativamente diferente a contracção do TrA, para uma diferença de 1,95 mm no GIRE-VE ( $p=0,000$ ) e de 0,84 mm no GIRE-VC ( $p=0,000$ ). Ao comparar os grupos entre si houve diferenças no limiar da significância ( $p=0,056$ ) para uma melhor contracção do TrA no GIRE-VE. As outras variáveis, contracção do OI e deslizamento do TrA, não revelaram efeito relacionado com a IRE em nenhum dos grupos.

**Conclusão:** Dos resultados obtidos, podemos concluir que a IRE-VE, quando usada isoladamente, na *Manobra do Transverso* provoca um maior aumento na espessura do TrA, quando comparada com a IRE-VC. O uso da ecografia mostrou ser efectivo na facilitação da performance da *Manobra do Transverso* em sujeitos saudáveis.

**Palavras Chave:** Aprendizagem motora; Estabilidade lombar; Ecografia; Transverso do abdomen; Oblíquo Interno

---

## ABSTRACT

**Study Design:** Single Factor Experimental Design: Pre-Test Post-test Control Group Design.

**Objectives:** To measure the contribution of different types of biofeedback on Transversus Abdominis (TrA) and Internal Oblique (IO) performance through changes in thickness and lateral slide of TrA anterior fascia during abdominal hollowing exercise (AHE).

**Background:** Increasingly clinicians are using real-time ultrasound imaging as a form of supplementing feedback when teaching trunk stabilization exercises to patients; however, there has been no evidence of its effectiveness when used alone.

**Material and Methods:** Seventy-five healthy subjects were divided randomly into 3 groups that received: group 1, no feedback; group 2, verbal and palpatory feedback, and group 3, real-time ultrasound feedback. The TrA and IO performance of each subject was twice assessed (before and after receiving feedback) when performing the AHE in a supine hook-lying position. Analysis of variance and T-test were used for the independent and paired samples, respectively, to determine significant changes in the performance of TrA and IO, based on intra and inter group analysis.

**Results:** Group 1 had no differences between moments; group 2 had significant differences concerning TrA thickness ( $p=0,000$ ) to a 0,84 mm thickness difference; group 3 had significant differences concerning TrA thickness ( $p=0,000$ ) to a 1,94 mm difference; The ability to perform the AHE differed only among group 3 and group 1 ( $p=0.056$ ), and only for changes in thickness of TrA muscle. No differences among groups were found neither for the lateral slide of TrA anterior fascia, nor for the internal oblique thickness.

**Conclusion:** From the results of this study we conclude that real-time ultrasound feedback, when used alone during an AHE, can have a larger increase in TrA thickness when compared to verbal and palpatory feedback.

The use of real time ultrasound showed to be effective as a feedback tool to facilitate the performance of the AHE in a supine hook-lying position in healthy subjects.

**Key Words:** motor learning, lumbar stabilization, real-time ultrasound imaging, transversus abdominis and internal oblique

---

## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>1. Equilíbrio Muscular do Indivíduo .....</b>	<b>14</b>
1.1 – Classificação e Função dos Músculos Abdominais.....	15
1.2 - Disfunção da Musculatura Abdominal.....	18
1.3 - Músculo Transverso do Abdómen como Estabilizador da Coluna Lombar.....	20
1.4 - Disfunção do Músculo Transverso do Abdómen.....	22
1.5 - Recuperação da Função do Músculo Transverso do Abdómen.....	23
<b>2. Aprendizagem Motora e Controlo Motor.....</b>	<b>24</b>
2.1 - Informação de Retorno (IR) ou Feedback.....	27
2.2 - Informação de Retorno do Resultado (IRR) e Aprendizagem Motora.....	29
2.3 - Teoria de Fitts e Posner sobre aprendizagem motora .....	31
2.3.1 - Consciencialização da contracção do Transverso do Abdómen.....	32
2.3.2 – Estudos relacionados com a aprendizagem da performance do TrA através de ecografia .....	34
<b>3. Ecografia na Avaliação do Transverso do Abdómen .....</b>	<b>36</b>
3.1 - Visualização dos músculos Abdominais por ecografia.....	36
3.2 - Utilização da ecografia na avaliação dos músculos abdominais .....	37
3.3 - Vantagens da ecografia na avaliação dos músculos abdominais .....	39
<b>METODOLOGIA DO ESTUDO.....</b>	<b>42</b>
<b>4. Métodos .....</b>	<b>42</b>
4.1 - Objectivos.....	42
4.2 - Tipo de Estudo.....	42
4.3 - Hipóteses.....	43
4.4 - Amostra .....	44
4.5 - Variáveis .....	44
4.6 - Instrumentos .....	45
4.7 - Desenho do estudo – Procedimentos .....	45
4.7.1 - Tarefa de contracção dos músculos abdominais.....	48
4.7.2 - Procedimentos de recolha das imagens.....	50
4.7.3 - Codificação das imagens.....	51
4.7.4 - Procedimentos de medição dos músculos.....	53
4.8 - Tratamento dos dados .....	54
<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>5 – Resultados .....</b>	<b>56</b>
5.1 - Descrição da Amostra .....	56
5.2 - Homogeneidade entre os grupos face às variáveis de caracterização .....	57
5.3 - Caracterização dos grupos face às variáveis de performance muscular .....	58
5.4 - Comparação entre os dois momentos de avaliação em cada grupo.....	60
5.5 - Comparação do Resultado da Intervenção entre os grupos.....	64

---

<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>78</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>ii</b>
Anexo I – Variáveis de Caracterização.....	iv
Anexo II – Comparação dos grupos antes da intervenção – variáveis de performance muscular.....	v
Anexo III – Comparação dos grupos depois da intervenção – variáveis de performance muscular.....	viii
Anexo IV - Comparação das variáveis de performance muscular entre os dois momentos grupo a grupo.....	xi
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>xii</b>
Apêndice 1 – Questionário de Selecção da Amostra e Consentimento Informado.....	xiv
Apêndice 2 – Estudo Piloto.....	xviii



---

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CCI – Coeficiente de Correlação Intercalasse

CVM - Contração Voluntária Máxima

CP - Conhecimento da Performance

CR - Conhecimento do Resultado

EMG – Electromiografia

H1 - Hipótese 1

H2 - Hipótese 2

IR - Informação de Retorno

IRP - Informação de Retorno sobre a Performance

IRR - Informação de Retorno do Resultado

GC - Grupo de Controlo

GIRE-VC - Grupo de Informação de Retorno Extrínseca – Verbal Clínica

GIRE-VE - Grupo de Informação de Retorno Extrínseca – Visual Ecográfica

IRE - Informação de Retorno Extrínseca

IRE-VC - Informação de Retorno Extrínseca – Verbal Clínica

IRE-VE - Informação de Retorno Extrínseca – Visual Ecográfica

OE – Oblíquo Externo

OI - Oblíquo Interno

RA - Recto Anterior

SNC - Sistema Nervoso Central

TrA - Transverso do Abdómen

---

---

## INTRODUÇÃO

A **performance do transverso do abdómen** é uma tarefa de “*stiffness*” / *tonicidade* muscular, importante para a manutenção da postura e estabilidade da coluna vertebral, nomeadamente a nível da região lombar. Para esta performance ser exercida de um modo adequado é necessário uma correcta intervenção da musculatura abdominal, por meio de um padrão de activação e de intensidade do recrutamento dos músculos implicados, que se traduz em alterações da sua morfologia. O músculo TrA contrai habitualmente de uma forma antecipatória aos movimentos fisiológicos mais amplos, o que se pensa ser um indicador da sua função primordial como estabilizador local do tronco (Hodges, 1999; Hodges & Richardson, 1997). Quando um indivíduo tem um desempenho proficiente na tarefa de contrair o TrA, fá-lo de uma forma relativamente independente do OI, do oblíquo externo e do recto anterior. Ocorre um aumento da sua espessura com algum deslizamento externo da sua fáscia de inserção ao OI, que pode ser visível por ecografia, (Henry & Westervelt, 2005).

No contexto da fisioterapia, uma das aplicações da ecografia é a medição da espessura muscular e tem sido usada para quantificar a atrofia dos músculos (Hides, Richardson, Jull, & Davies, 1995; Hodges, Pengel, *et al.*, 2003) e os défices da sua activação (Hodges, Pengel, *et al.*, 2003). As imagens ecográficas são obtidas em tempo real, o que permite medir a espessura muscular em diferentes níveis de contracção e durante o movimento, observando os tendões e músculos de forma dinâmica (Hides, Richardson, & Jull, 1998).

De um modo geral, a maioria dos indivíduos não tem nem **conhecimento nem consciência** do contributo de uma boa performance da musculatura abdominal para a estabilidade da coluna lombar, podendo isso concorrer para o surgimento de dor lombar. Esta tem uma prevalência relevante a nível internacional, em que se estima que cerca de 90% da população tenha sofrido de lombalgia representando mais de 20% das causas de incapacidade física e de absentismo laboral (Costa Black, Johannes, & Pransky, 2010). Torna-se importante reeducar estes músculos num programa de estabilidade dinâmica, que passando por diferentes fases de aprendizagem motora, tem segundo Fitts e Posner, (1967) na fase cognitiva maior benefício em receber reforço externo.

---

A tomada de consciência sobre a musculatura abdominal requer algum conhecimento sobre aspectos morfológicos e funcionais, que pode surgir por procura do próprio e/ou da interação com fisioterapeutas. Na intervenção assistencial esta interação tem como objecto proporcionar este tipo de informação e monitorizar a sua aplicação, nomeadamente através da denominada **Informação de Retorno Extrínseca (IRE)** (Glover, 2004; Godinho, 2007).

Um dos objectivos do treino de informação de retorno será assistir o desenvolvimento de maior consciencialização cognitiva, de maior confiança e controlo voluntário num processo que foi previamente considerado de involuntário, ou para além da consciência, como seja a activação de músculos isoladamente (Godinho, 2007). Deste facto sobressai a importância em estudar o efeito de dar informação de retorno visual durante a fase de consciencialização.

Perante indivíduos com dor lombar a manobra de contracção isométrica da musculatura abdominal, “*Manobra do Transverso*”, é frequentemente o primeiro exercício ensinado num programa progressivo de estabilidade dinâmica (Richardson & Jull, 1995). Tem como objectivo ensinar o indivíduo a activar preferencialmente o TrA, sem activar os músculos mais superficiais do tronco ou costas (OI, oblíquo externo, recto anterior e extensores da coluna), (Richardson, *et al.*, 2004).

A IRE, sobre a performance da musculatura abdominal, pode ser efectivada de várias formas, sendo uma das mais recentemente estudadas a ecografia em tempo real. Vários estudos recentes se têm dedicado a este assunto, a nível internacional (Henry & Westervelt, 2005; Hides, Wilson, & Stanton, 2006; Jhong-Lin et al., 2010; Teyhen et al., 2005; Teyhen et al., 2007; Teyhen et al., 2008; Whittaker et al., 2007; Whittaker, Warner, & Stokes, 2009). Destes apenas três estudaram esse efeito no TrA, e deles apenas o de Henry, (2005) em sujeitos saudáveis. A comunidade científica considera que a publicação de estudos revistos por pares sobre a efectividade da ecografia como instrumento de IRE é ainda limitada, não só em quantidade como metodologicamente.

Medir a performance da musculatura abdominal é um indicador fisiológico do funcionamento dos músculos implicados, pois permite observar as alterações da sua morfologia ao contraírem-se. Uma boa performance do TrA é uma tarefa de *tonicidade* muscular, importante para a manutenção da postura e estabilidade da coluna lombar.

---

Dada a relevância de uma correcta **performance do músculo TrA** na manutenção da postura e estabilidade da coluna lombar, e o importante possível **contributo da ecografia** para o **conhecimento e consciência** dessa performance **através da IRE** na aquisição de tarefas que conduzam a esse objectivo, o presente estudo visa analisar as mais valias da IRE-VE por comparação com a IRE-VC. O seu contributo para esta temática é avaliar os benefícios da ecografia, quando utilizada como instrumento facilitador da aprendizagem de exercícios que fazem parte de protocolos de reeducação dos músculos abdominais.

O presente estudo teve como objectivo geral determinar a efectividade da ecografia em tempo real, como informação de retorno extrínseca visual, na performance do transverso do abdómen em indivíduos saudáveis.

Teve como objectivos específicos medir a performance da musculatura abdominal, através das diferenças na **espessura** dos músculos TrA e OI e no **deslizamento do TrA**, em repouso e em contracção e comparar a performance da musculatura abdominal resultante da IRE-VE com a resultante da IRE-VC.

---

---

## REVISÃO DA LITERATURA

A presente revisão da literatura constitui uma análise sistematizada das temáticas relacionadas com o estudo experimental sobre aprendizagem da performance da musculatura abdominal, que seguidamente será descrito.

### 1. Equilíbrio Muscular do Indivíduo

O equilíbrio muscular do indivíduo é essencial para a sua saúde e bem estar uma vez que contribui para o correcto funcionamento das estruturas músculo esqueléticas de suporte da coluna vertebral possibilitando uma estabilidade em movimento necessária à função.

O modelo de estabilidade dinâmica e equilíbrio muscular é utilizado em fisioterapia para avaliar o movimento, identificando a disfunção e corrigindo-a. Parte do pressuposto que o sistema de movimento compreende a coordenação e integração dos sistemas articular, mio fascial e neural, (Richardson, Jull, Hodges, & Hides, 1999). Será assim essencial avaliar e corrigir a disfunção em todos os seus componentes respeitando a interacção entre eles.

Panjabi, (1992), introduziu o **modelo de estabilização da coluna vertebral** para fundamentar as questões da instabilidade tornando-o aplicável ao paradigma clínico da avaliação e tratamento das disfunções musculares na coluna lombar. Define instabilidade da coluna como sendo uma “diminuição significativa da capacidade do sistema estabilizador da coluna vertebral para manter as zonas neutras intervertebrais dentro dos limites fisiológicos para que não haja nenhuma disfunção neurológica, deformação significativa ou dor incapacitante”.

Este modelo incorpora um subsistema passivo (vértebras, discos intervertebrais, estruturas cápsulo-ligamentares e propriedades mecânicas passivas do músculo), um subsistema activo (propriedades activas dos músculos e tendões que envolvem a coluna vertebral) e outro de controle neural (fusos neuro musculares, mecanorreceptores e sistema nervoso central). O subsistema passivo proporciona o movimento segmentar. Contudo, não sendo este particularmente eficaz a suportar posturas neutras nas amplitudes médias da coluna vertebral, é necessário o subsistema activo, que ao ser constituído pelos músculos capazes de gerar

---

força, resulta na capacidade mecânica de estabilizar o movimento inter-segmentar. O controlo desses músculos é feito pelo subsistema neural. Estes três sistemas são componentes interdependentes na estabilização vertebral, apresentando capacidade de se compensarem quando um deles entra em défice. Uma das estratégias do subsistema activo na compensação da instabilidade, é originar um aumento da “*tonicidade*” (*stiffness*) muscular, para provocar uma consequente diminuição da zona neutra (Panjabi, 1992). Este modelo reconhece que os músculos necessitam de ser programados em resposta à informação de retorno originada pelos estímulos sensoriais dos ligamentos, para se ajustarem a qualquer condição, em qualquer momento.

Segundo este modelo, a dor lombar surge como consequência dos défices de controlo do movimento segmentar, quando a coluna vertebral é sujeita a movimentos amplos anormais ou posturas incorrectas mantidas. A compressão ou estiramento das estruturas nervosas bem como a deformação dos ligamentos e estruturas enervadas, provocam dor, (Panjabi, 1992). Por sua vez, a dor lombar conduz frequentemente a disfunções do movimento que se manifestam através de modificações globais e locais no funcionamento de alguns músculos (Comerford & Mottran, 2001; Panjabi, 1992; Sahrman, 2002).

### 1.1 – Classificação e Função dos Músculos Abdominais

A análise das **características funcionais dos músculos** permite avaliar melhor as suas disfunções. Nessa perspectiva os músculos podem ser classificados em mono articulares, bi articulares e multi articulares (Bergmark, 1989). A sua capacidade para a estabilização das diferentes articulações difere em cada categoria, fazendo com que os mono articulares tenham a função de estabilizar e os outros de produzir movimentos amplos. Contudo, fisiologicamente, todos os músculos possuem unidades motoras lentas (tónicas) e rápidas (fásicas), podendo um mesmo músculo ter funções de estabilização e mobilização (Matias & Cruz 2004).

O controlo continuo da actividade dos músculos vai depender não só de padrões motores pré programados mas também do estado do sistema de informação (Matias & Cruz 2004). O controlo postural dinâmico e o movimento funcional de baixa carga são, em primeiro lugar



---

funções das unidades motoras lentas. A actividade de carga mais elevada ou treino de força recruta unidades lentas e rápidas, sendo os centros superiores do sistema nervoso central a modular o recrutamento dos músculos com forte influência do sistema proprioceptivo aferente (Comerford & Mottran, 2001).

Considerando o modelo de estabilidade dinâmica Janda (1983, 1985) (citado por Sharmann, 2002) diferencia os músculos que estabilizam uma articulação dos que mobilizam duas, utilizando terminologias diferentes: músculos estabilizadores e músculos mobilizadores. Já Bergmark, (1989) introduz outro sistema de classificação funcional, músculos locais e globais, ao descrever o controle da transferência de peso na coluna. Os músculos locais serão os mais profundos, mono articulares e os globais os mais superficiais pluri articulares e mobilizadores.

Comerford & Mottram (2001) sugeriram uma outra classificação dos músculos em três categorias: estabilizadores locais (controlam a mobilidade segmentar), estabilizadores globais (controlam a amplitude de movimento) e mobilizadores globais (produzem grandes amplitudes de movimento).

Em situações de correcto funcionamento é esperado que a musculatura local seja responsável pelo aumento da “*tonicidade*” segmentar, diminuindo o movimento excessivo entre segmentos com consequente controlo de cargas baixas. Os músculos não devem modificar significativamente o seu comprimento durante a activação, nem contribuir para a amplitude de movimento, mas devem manter a sua actividade durante toda a amplitude (Comerford & Mottran, 2001). A actividade destes músculos é maior previamente ao movimento ou realização de carga. O TrA e o Multifidus são exemplos de músculos estabilizadores locais, (Standford, 2002) o que lhes confere um papel importante no equilíbrio dinâmico da coluna lombar .

Da musculatura global é esperado que seja responsável pela produção de movimento e pelo controlo de cargas elevadas. Os músculos devem trabalhar conforme a direcção e a carga, modificando de forma significativa o seu comprimento durante a activação normal, contribuindo para a amplitude de movimento. A sua função principal deve ser mobilizadora, (Comerford & Mottran, 2001).

---

Assim, um movimento correctamente executado terá por base uma coordenação eficiente entre os sistemas local e global, em que a musculatura local será responsável pelo aumento da “*tonicidade*” segmentar e a global pela produção de movimento. Na função correcta é esperado que os músculos estabilizadores mono articulares actuem em primeiro lugar, sendo posteriormente seguidos pela contracção dos músculos bi ou multi articulares sinergistas, mobilizadores. Estas diferenças funcionais nas duas categorias de músculos implicam diferentes estratégias clínicas, de modo a garantir que os músculos multi articulares não substituam os mono articulares. Se pensarmos no TrA como um estabilizador local que pré activa face aos outros músculos abdominais durante a execução de movimentos do tronco, será importante que nos programas de reeducação dessa musculatura, o primeiro procedimento seja o ensino da consciência do TrA e a primeira tarefa a sua contracção isométrica, com o objectivo de obter um aumento da sua “*tonicidade*” muscular e melhoria do seu tempo de activação (Comerford & Mottran, 2001).

Um factor importante na estabilidade lombo pélvica é o controlo motor da coluna lombar, (Lee, 2001 citado por Richardson, Hodges & Hides, 2004). O Sistema Nervoso Central (SNC) tem um papel fulcral no controlo da coluna vertebral, interpretando o seu estado de estabilidade e planeando mecanismos de informação de retorno (IR) que sustentam mudanças inesperadas e rapidamente iniciam a actividade muscular em resposta às mesmas (Richardson, Hodges, & Hides, 2004).

Do ponto de vista biomecânico, o controlo do movimento exige a co-activação do psoas e multifidus reduzindo a amplitude de movimento na zona neutra, numa unidade funcional vertebral (Quint, Wilke, Shirazi-Adl, & Parniampour, 1998), facilitando deste modo a estabilidade. Por outro lado, e relevando a sua função neste tipo de exercícios, o transverso do abdómen contribui para a criação de pressão intra-abdominal, sendo que mesmo uma contracção de baixa intensidade é suficiente para promover o controlo segmentar (Hodges & Richardson, 1997). Estes autores referem que este músculo tem controlo central independente uma vez que tem uma resposta de *feedforward* ao movimento e um padrão de activação tónico.

O conjunto de músculos do pavimento pélvico é sinergista do TrA tendo um padrão de co-activação. Contribuem para o aumento da pressão intra-abdominal, assim como o diafragma

---

que também tem uma acção coordenada com o TrA. Deste modo, qualquer destes músculos pode ser utilizado como “representação antecipada” para a contracção isolada do TrA.

A cavidade abdominal e a coluna vertebral são convertidas num cilindro rígido e pressurizado, quando há contracção sincronizada do TrA, OI e multifidus, diafragma e músculos do pavimento pélvico, proporcionando um aumento da estabilidade e suporte da coluna lombar (McGill, 2007; Richardson & Jull, 1995). Existe assim um cilindro de estabilidade intimamente relacionado com o controlo do movimento e responsável pela manutenção da postura e movimento adequados, (Hodges & Richardson, 1997). Estes padrões de movimento correctamente integrados do ponto de vista do controlo motor constituem o contributo do sistema músculo esquelético para a saúde e bem estar do indivíduo. Este equilíbrio pode ser, eventualmente, comprometido por surgimento de dor e patologia, levando a disfunções do movimento.

## 1.2 - Disfunção da Musculatura Abdominal

Actualmente acredita-se que a disfunção muscular na dor lombar, não seja apenas um problema de força ou endurance, mas sim relacionado com alterações do mecanismo neuromuscular, afectando a estabilidade do tronco e a eficiência de movimento (Edgerton, 1996; Jull & Janda 1987 citados por (Rochenda, Leger, & Smith, 2006).

Fica alterado o equilíbrio muscular que envolve a acção específica de músculos individuais numa articulação, a interacção entre antagonistas e sinergistas que actuam em conjunto e ainda, o efeito das acções globais de todos os músculos que trabalham nos outros segmentos da cadeia cinética (Matias & Cruz 2004).

Na presença de dor predominam sequências anormais no padrão de recrutamento, caracterizadas pela acção antecipada e dominante do músculo multi articular, mobilizador. Nesta situação o recrutamento do músculo estabilizador está atrasado ou então ele perde a capacidade de se encurtar na sua amplitude interna de forma eficaz, mostrando-se fraco e consequentemente incapaz. Estas características de disfunção relacionam-se com os dois sub-grupos distintos estabilizadores locais e globais. Localmente os músculos atrasam o seu recrutamento reagindo à dor e disfunção através de inibição, há um défice do controlo motor

---

e uma diminuição da “tonicidade” muscular empobrecendo o controlo segmentar. O estabilizador global perde a capacidade de se encurtar em toda a amplitude interna, de manter isometricamente a posição e de controlar excentricamente o retorno do movimento. Os mobilizadores globais reagem à dor e patologia através de contractura.

Surge disfunção local e global, modificando a forma dos músculos trabalharem, quer em relação ao seu tempo de activação, quer à intensidade de contracção e controlo do movimento. A perda progressiva de controlo local e global resulta em stress ou tensão anormal imposto à articulação, aos elementos de suporte, aos tecidos miofasciais relacionados e aos tecidos neurais. Como resultado desta disfunção podem surgir dor e patologia, dando lugar a um ciclo de dor - disfunção - dor. Apesar da dor e disfunção estarem relacionadas, a dor pode ser resolvida e a disfunção persistir, predispondo a recorrências (Hides, Richardson, & Jull, 1996; Hodges & Richardson, 1997).

A disfunção e a patologia podem ter origem tanto em actividades sedentárias com pouca utilização do sistema de movimento, como em movimentos excessivos, forças elevadas e sobre uso do mesmo sistema. Alguns estudos mostraram que em sujeitos com dor, a actividade tónica dos músculos estabilizadores é perdida (ex: Vasto interno em sujeitos com síndrome patelo femural, e TrA nos que têm dor lombar), enquanto que os músculos multiarticulares mantêm a sua actividade normal. Algumas linhas de investigação suportam a tese de que, ao nível local, as alterações que se relacionam com o controlo motor, se traduzem em alterações no padrão de activação muscular entre estabilizadores e mobilizadores, e na intensidade com que estes músculos são recrutados. Das duas disfunções local e global resultam movimentos biomecanicamente incorrectos e funcionalmente deficitários.

Na dor lombar, do ponto de vista clínico será de extrema importância, reduzir a dor o mais rapidamente possível, de forma a minimizar os seus efeitos na inibição reflexa do músculo local, insistir nos exercícios que facilitem o recrutamento tónico especialmente dos músculos agonistas e implementar estratégias que permitam restaurar a função proprioceptiva nos músculos em torno da articulação lesada. De igual modo, convém impedir que os músculos multi articulares substituam os sinergistas mono articulares, uma vez que os multi articulares são menos afectados pela lesão.

---

Nesse sentido, a recuperação do padrão de activação do TrA é um factor essencial para a estabilidade da coluna lombar.

### 1.3 - Músculo Transverso do Abdómen como Estabilizador da Coluna Lombar

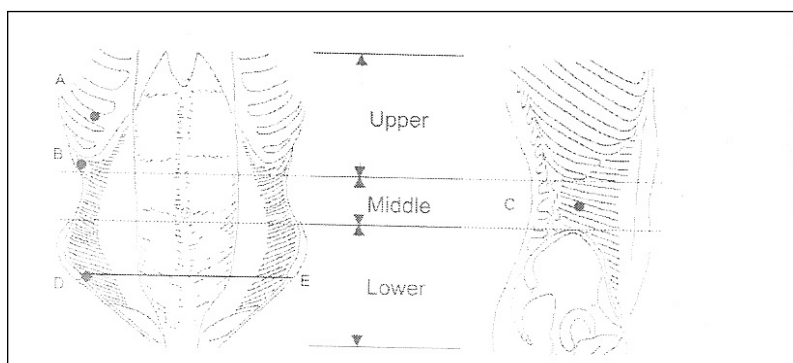
O músculo TrA tem pela sua localização e função um papel primordial na estabilização da coluna lombar. A musculatura lombo pélvica, pela sua orientação de fibras, tem segundo Snijders *et al* (1993), a capacidade de estabilizar a coluna lombar, as articulações sacro ilíacas e a pélvis em posição de carga. Há evidência segundo a qual, a contracção voluntária do TrA aumenta a rigidez das sacro ilíacas, através da manobra de contracção da parede abdominal, a “*Manobra do Transverso*”. Tem vindo a propor-se igualmente que este músculo contribui para a estabilidade da região lombo pélvica ao aumentar a pressão intra abdominal e a tensão na fascia abdominal anterior (Hodges, Eriksson, Shirley, & Gandevia, 2005; Hodges, Pengel, Herbert, & Gandevia, 2003). Um estudo de validação que compara medidas de ecografia com electromiografia (EMG) de profundidade, mostrou alterações nos parâmetros obtidos por ecografia na observação da activação do TrA e OI, em actividades de baixa carga (menos de 20% da contracção voluntária máxima, CVM) tanto no aumento da espessura transversal desses músculos como no encurtamento (deslizamento longitudinal) da fascia abdominal anterior (Hodges, Kaigle Holm, & Holm, 2003). Os autores sugerem um aumento não linear na espessura do TrA e obliquo interno durante a contracção isométrica da parede abdominal em que para baixos níveis de contracção (< 20 ou 30% CVM) pequenas alterações na actividade muscular estão associadas a grandes mudanças na sua arquitectura, traduzidas pelo aumento da sua espessura.

Uma questão que pode ter importância é a morfologia regional dos músculos TrA e OI pois pode sugerir diferentes zonas funcionais na parede abdominal, devido à orientação dos seus fascículos (Urquhart, Barker, Hodges, Story, & Briggs, 2005). Embora todas as zonas do TrA (superior, média e inferior) em conjunto possam contribuir para o aumento da pressão intra abdominal e suportar o seu conteúdo, elas podem contribuir para diferentes funções, se forem recrutadas individualmente. Por exemplo, a região superior estabilizar a caixa torácica, a média exercer tensão na fascia toraco lombar e a inferior fazer compressão nas articulações sacro ilíacas (Richardson et al., 2004; Snijders, Vleeming, & Stoeckart, 1993). Ficou demonstrado no

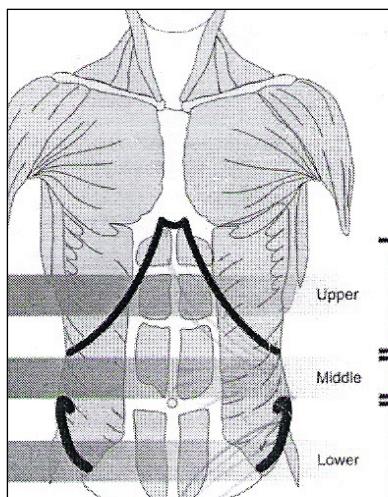
---

estudo em cadáveres que a orientação das fibras do TrA é diferente de zona para zona, sendo que na região superior tem uma orientação horizontal e na média e inferior tem uma orientação ínfero interna (Urquahart et al., 2005) (Figuras 1 e 2). O OI tem uma orientação para cima e para dentro nas regiões superior e média e para baixo e para dentro na região inferior.

**Figura 1:** Orientação das fibras das regiões superior, média e inferior do músculo TrA (retirado de Urquahart, *et al.*, 2005).



**Figura 2:** Orientação das fibras das regiões superior, média e inferior do músculo TrA (retirado de Teyhen, 2007)



O músculo TrA contrai habitualmente de uma forma antecipatória aos movimentos fisiológicos mais amplos, o que se pensa ser um indicador da sua função primordial como estabilizador local do tronco (Hodges, 1999; Hodges & Richardson, 1997). Quando um indivíduo tem um desempenho proficiente na tarefa de contrair o TrA, fá-lo de uma forma

---

relativamente independente do OI, oblíquo externo e recto anterior. Ocorre um aumento da sua espessura com algum deslizamento externo da sua fáscia de inserção ao OI (Henry & Westervelt, 2005). Para melhor entendimento do que se espera dos procedimentos de recuperação da função do TrA convém perceber o que acontece durante a sua disfunção.

#### 1.4 - Disfunção do Músculo Transverso do Abdómen

Não sendo o propósito do presente estudo, para um mais amplo entendimento da função do TrA do abdómen, parece-nos interessante abordar situações da sua disfunção.

Nos sujeitos com dor lombar notou-se que a contracção deste músculo, está não só atrasada como apresenta uma diminuição na sua espessura (Ferreira, Ferreira, & Hodges, 2004; Hodges, 1999). Na disfunção, o TrA perde a sua acção antecipatória e atrasa a sua activação com o movimento dos membros, perdendo o controlo independente, passando a ter uma contracção fásica (Hungerford, Gilleard, & Hodges, 2003). Segundo Urquhart *et al.*, (2005), em sujeitos com dor lombar, verifica-se um atraso na activação do TrA em qualquer movimento e um atraso na activação do OI, oblíquo externo e recto anterior em movimentos com direcções específicas. Em situações de disfunção do TrA verifica-se um aumento do trabalho do músculo OI. Sugere-se que este músculo tenha uma maior activação para compensar a disfunção do TrA, substituindo em parte o seu trabalho. Strol *et al.*, 1981 (citados por (Critchley & Coutts, 2002), verificaram um aumento da actividade dos músculos superficiais do abdómen, associada à redução da actividade do TrA, durante vários exercícios de reabilitação.

De acordo com alguns autores, sujeitos com dor lombar, quando não submetidos a um processo de recuperação da função dos músculos direccionado para o reequilíbrio da função local e global, incorrem numa maior probabilidade de recorrência de dor lombar (Hides, Jull, & Richardson, 2001; Hodges & Richardson, 1997; O'Sullivan, Twomey, & Allison, 1997). Será pertinente, que o processo de reaprendizagem motora se inicie por reeducar o funcionamento adequado dos músculos estabilizadores locais, neste caso o TrA.

Para a recuperação da função do músculo TrA é necessário tornar consciente a sua contracção, integrando-a sob o ponto de vista motor, para que de seguida seja associada à de

---

outros músculos e movimentos mais globais por forma a resultar numa função harmoniosa e automática.

### 1.5 - Recuperação da Função do Músculo Transverso do Abdómen

A recuperação da função do TrA requer a aprendizagem da sua correcta performance, ou seja a sua pré activação relativamente aos músculos mais superficiais, com manutenção da sua contracção durante a execução dos movimentos do tronco e membros.

Na coluna lombar, o uso dos exercícios de controlo motor parte da assunção de que a actividade dos músculos abdominais profundos é crítica para o controlo dinâmico da coluna vertebral (Hodges & Richardson, 1997; O'Sullivan, Twomey, & Allison, 1998).

Os exercícios de estabilização desenvolvidos por Richardson & Jull, (1995) têm o objectivo de corrigir o atraso na contracção do TrA e também de recuperar a activação do multífidus. Esta abordagem terapêutica de controlo motor tem o foco na contracção isolada desses músculos com a coluna lombar em posição neutra (Richardson et al., 2004). Para testar a eficácia desta abordagem específica foram realizados vários estudos. Hides *et al.*, (2001) demonstraram uma diminuição da recorrência de dor lombar em utentes tratados com exercícios de estabilização a seguir ao primeiro episódio de lombalgia. O'Sullivan *et al.*, (1997) concluíram que os exercícios específicos de estabilização são mais efectivos que os habitualmente prescritos nos programas de tratamento destas condições. Ferreira *et al.*, (2006) levaram a cabo uma revisão sistemática de estudos clínicos que demonstraram a eficácia desses exercícios em relação à dor crónica e suas recorrências, em utentes com lombalgia e dor pélvica.

Contudo, há outros autores a defender o treino do sistema de mobilizadores globais (Comerford & Mottran, 2001). Esta ultima abordagem focaliza-se na correcção dos padrões de movimento bem como das posturas incorrectas e dos desequilíbrios lombo pélvicos (Sahrmann, 2002).

Mais actualmente, as ultimas *guidelines* sobre dor lombar preconizam que os exercícios de controlo motor são mais efectivos e acrescentam benefício a outras formas de intervenção na redução da dor e da incapacidade em sujeitos com dor lombar persistente (Macedo, Maher, Latimer, & McAuley, 2009).



---

Perante sujeitos com dor lombar a manobra de contracção isométrica da musculatura abdominal a *Manobra do Transverso*, é frequentemente o primeiro exercício ensinado num programa de estabilidade dinâmica progressivo. Tem como objectivo ensinar o individuo a activar preferencialmente os músculos mais profundos nomeadamente o TrA, sem activar os músculos mais superficiais do tronco ou costas (OI, oblíquo externo, recto anterior e extensores da coluna).

Para que a recuperação da função do músculo TrA seja adquirida de uma forma mais célere e consistente, investigadores e clínicos têm vindo a estudar o uso da ecografia durante o exercício. O objectivo de fornecer informação de retorno visual aos sujeitos é facilitar a tomada de consciência da musculatura abdominal através do aumento de espessura dos seus músculos, proporcionando uma aprendizagem motora do seu funcionamento (Henry & Teyhen, 2007).

Esta tomada de consciência será a primeira etapa do processo de reaprendizagem motora da performance deste músculo.

## **2. Aprendizagem Motora e Controlo Motor**

Considera-se aprendizagem o processo pelo qual as pessoas desenvolvem capacidades de execução de actividades motoras coordenadas e proficientes, através da prática e da experiência. Aprender implica uma mudança estrutural que se reflecte numa alteração do comportamento como resultado da pratica do individuo. Trata-se de uma adaptação crónica, com um efeito persistente no tempo. Vários sistemas, como o nervoso, o muscular ou o cardio vascular alteram-se de acordo com a solicitação a que são sujeitos (Godinho, 2007).

Aprender será reter o que é adquirido pela pratica, ou seja aquilo que fica depois de ter esquecido tudo. Não é apenas ser-se capaz de modificar o comportamento, mas principalmente de reter a competência adquirida durante um tempo relativamente longo. Implica armazenar informação na memória que se traduz em conhecimento da situação vivida (Godinho, 2007).

Performance ou o desempenho é um indicador do grau de aprendizagem, no entanto não reflecte de forma transparente as alterações estruturais correspondentes. A aprendizagem não

---

é observável, apenas é inferida pela performance. Os seus efeitos são devidos a transformações que se traduzem em modificações internas, resultantes da prática. Ao contrário, a performance é algo observável, com efeitos momentâneos, resultando em manifestações externas através de uma execução que se traduz em alterações de estado. Nem sempre existe uma relação directa entre performance e aprendizagem (Godinho, 2007). Por este motivo, no presente estudo apenas nos podemos referir à performance do músculo TrA e não à aprendizagem motora.

Aprender, em contexto de aprendizagem motora é melhorar os processos de controlo motor. O nível de execução está condicionado pela experiência passada mas pode ser influenciado por factores extemporâneos que não permitam a correspondência exacta entre o nível de aprendizagem e a performance (Godinho, 2007).

Ao diferenciar controlo motor de aprendizagem motora, Schmidt, (1998) (citado por (Winstein, 1991) refere que o controlo motor lida com a compreensão dos aspectos físicos, neurais e comportamentais do movimento, enquanto que aprendizagem motora se focaliza na aquisição de competências motoras resultantes da prática. Igualmente, Godinho, (2007) considera o controlo motor como o processo de organização e regulação dos mecanismos que permitem a produção de uma resposta motora. Depende da capacidade do sujeito perceber o seu envolvimento e inserção no contexto, permitindo-lhe escolher a resposta mais adequada, utilizando diferentes estratégias motoras. Assim, quando observamos o movimento, analisando os mecanismos associados à sua ocorrência, desde o estímulo e seu processamento, até à intenção e à resposta, referimo-nos ao processo de controlo motor.

Antes da execução de um movimento, é definido um programa motor (sequência de comandos armazenados na memória) que será alvo de comparações durante a sua execução, através de informação interna que calcula a posição do segmento a mover utilizando informação aferente e eferente.

Após ter sido planeado o movimento (*feedforward*), será enviada para o lobo parietal e para o cerebelo uma cópia eferente desse plano (programa motor) que representa um projecto da acção a desenvolver. Quando se inicia a acção ela é comparada com esse plano através de informação visual e proprioceptiva e se necessário o movimento é corrigido enquanto ocorre (*feedback* intrínseco). Este processamento constitui um modelo híbrido de planeamento –

---

controlo (Glover, 2004).

A aquisição de competências motoras tem inúmeras variáveis que são determinantes na aprendizagem motora: o uso de informação de retorno, a demonstração e a transferência de treino, a prática mental, as instruções pré prática, a variabilidade da prática e a variabilidade contextual (McGill, 2007). A produção do movimento depende da capacidade do indivíduo em processar a informação disponível no meio envolvente e em si próprio, e definir qual a resposta mais adequada.

Uma vez decidida qual a resposta a produzir há que promovê-la recorrendo à activação adequada antecipando a concretização do objectivo. Esta operação designa-se por representação antecipada, e consiste na operação da aprendizagem que prepara o movimento a realizar antes da sua concretização. Corresponde à ideia do movimento, o projecto antecipado do gesto, assim engloba duas ideias chave: o processo antecipatório e a representação mental. O primeiro realça o facto do processo se desenvolver previamente à acção e o segundo, a representação mental, exprime a concentração subjectiva do sujeito na acção. No momento em que decorre o movimento é possível detectar desvios ao objectivo, que podem, ou não, ser corrigidos se o mecanismo de correcção (informação de retorno) os detectar em tempo útil. A entrada de estímulos, devidamente detectados no sistema e identificados como significativos, promove uma resposta adequada de acordo com as capacidades do sujeito (Godinho, 2007).

Para assegurarmos que um indivíduo aprendeu ou integrou uma tarefa, após um período de treino da mesma, será necessário que ele demonstre uma melhoria na sua execução, permanentemente observável (performance), durante um teste de retenção sem lhe ser dada informação de retorno (McGill, 2007).

No contexto do presente estudo, em que se trata de uma contracção isométrica de um músculo isoladamente, de uma exigência elevada e pouco habitual no quotidiano, somos levados a pensar que a performance dessa tarefa poderá depender do desenvolvimento motor e da representação antecipada individual de cada sujeito, bem como dos resultados do uso da Informação de Retorno (IR) que lhe é fornecida.

---

## 2.1 - Informação de Retorno (IR) ou Feedback

Informação de retorno (IR) ou *feedback* é um mecanismo de retroacção que permite controlar uma acção produzida. Podem ser encontrados vários tipos de informação de retorno, cada um com a sua especificidade e utilidade no processo de controlo motor e aprendizagem (Godinho, 2007).

A informação de retorno é uma re-aferência que comporta a diferença entre o objectivo visado e a resposta efectivamente produzida. A capacidade de avaliação da resposta é obrigatória e desencadeia o seu reajustamento em função do objectivo. Segundo Godinho, (2007), as características do processo condicionam a eficácia da sua re-aferência, por exemplo, quando o movimento é muito rápido a informação de retorno não consegue chegar a tempo de promover a correcção da acção.

Contudo, existem alguns estudos que desafiam esta afirmação ao referirem que, pelo contrário, o plano motor inicial não permanece inalterado durante o movimento, mas é permanentemente actualizado por *feedback* interno (Desmurget & Grafton, 2000). O padrão de activação dos músculos para a execução de um movimento, não é definido à priori mas sim durante, corrigindo o possível erro na trajectória em tempo real.

A evolução da informação, ocorre em função da capacidade individual de lhe atribuir significado, e da capacidade de processamento de cada sujeito (Godinho, 2007). Assim, a evolução da representação antecipada e da informação de retorno condicionam-se mutuamente: uma melhor capacidade de representar a acção motora a realizar permite uma actuação melhor e mais apropriada do mecanismo de *feedback*. Complementarmente um *feedback* com maior capacidade informativa permite um maior enriquecimento da representação antecipada.

Há que distinguir entre informação de retorno intrínseca e extrínseca. A primeira refere-se à informação que o próprio indivíduo consegue perceber durante a acção e inclui a informação quinestésica, visual, cutânea, vestibular e auditiva, através do sistema sensorial do indivíduo. Existe alguma variância na velocidade com que operam as vias sensoriais, sendo a propriocepção a mais rápida (100 mseg) e a visão a mais lenta (190 mseg) (Schmidt, 1975). A segunda, extrínseca é a informação que resulta da acção e que é fornecida por um agente

---

exterior ao indivíduo, reporta informação complementar à intrínseca, acerca do movimento ou tarefa. Pode ser fornecida de modo verbal ou não verbal, e durante ou após a conclusão da tarefa. Por exemplo, Informação de Retorno sobre o Resultado (IRR) ou Conhecimento dos Resultados (CR) é uma informação do tipo extrínseca e terminal e refere-se à informação sobre o resultado da acção, habitualmente é fornecida pelo instrutor, professor ou terapeuta e é verbalizada ou verbalizável.

A Informação de Retorno sobre a Performance (IRP) ou Conhecimento da Performance (CP) é a informação referente ao movimento realizado, independentemente do resultado obtido.

Depois da prática, a informação de retorno do resultado parece ser a variável mais importante no processo de aprendizagem (Godinho, 2007). Assim sendo, o momento e a forma de a fornecer adequadamente, bem como o estadió da aprendizagem do sujeito afectam o sucesso da mesma (Henry & Teyhen, 2007). Quando se está a dar informação de retorno convém considerar não só as características da tarefa a ser aprendida, como também as do indivíduo que está a aprender.

O Conhecimento dos Resultados (CR) tem sido tema de muita investigação em aprendizagem motora. Alguns autores sugerem mais investigação acerca da utilização da informação de retorno da performance, embora os estudos existentes indiquem similaridades com as variáveis da informação de retorno dos resultados na aprendizagem motora (Godinho, 2007; Winstein, 1991).

Quanto à precisão da IRE, ela pode ser classificada como qualitativa, quantitativa ou conjunta. Na qualitativa apenas é dada referência à direcção da resposta errada ou referência em relação à qualidade da tarefa, ou seja é dada informação sobre a performance. Na quantitativa, é dado conhecimento do resultado através de informação acerca da direcção e da magnitude da performance, muitas vezes em valor numérico (Henry & Teyhen, 2007).

Considerando o exposto, existem dois objectivos principais para o treino do sistema músculo-esquelético, com informação de retorno. Um é permitir ao sistema nervoso central que (re)estabeleça o controle voluntário. No contexto que pretendemos estudar será o de capacitar o indivíduo a activar, preferencialmente, o TrA durante a tarefa de contrair a parede abdominal. O segundo objectivo do treino de informação de retorno será assistir o

---

desenvolvimento de maior consciencialização cognitiva, de maior confiança e controlo voluntário num processo que foi previamente considerado de involuntário, ou para além da consciência, como seja a activação de músculos isoladamente. Este facto ressalta a importância em estudar o efeito de dar informação de retorno visual durante a fase de consciencialização. No presente estudo iremos avaliar as diferenças entre a IRE-Visual Ecográfica da Informação de Retorno do Resultado, fornecida clinicamente.

## 2.2 - Informação de Retorno do Resultado (IRR) e Aprendizagem Motora

Em geral o conhecimento de resultados é considerado passível de afectar, não só temporariamente, mas de forma permanente, alterações da performance. Dado este potencial acrescido, a investigação nesta área tem vindo a multiplicar-se, sendo que a mais recente revela que há maior benefício na aprendizagem e sua retenção quando a IRR é dada menos vezes durante a prática (Winstein, 1991).

As variáveis de Informação de Retorno que parecem favorecer a aprendizagem, tanto a aquisição como a retenção, relacionam-se com a sua **frequência, momento e forma**.

A **frequência absoluta** corresponde ao número de vezes que o sujeito recebe Informação de Retorno do Resultado num determinado período de tempo. Quanto maior a frequência absoluta de IRR melhores resultados são esperados sendo de realçar que existe dependência directa entre esta variável e a quantidade da prática, pelo que para aumentarmos a frequência absoluta teremos que aumentar o número de repetições, tornando difícil distinguir o contributo relativo de cada uma.

A **frequência relativa** é a relação entre o número de vezes em que é praticada a tarefa e o número de vezes em que o sujeito recebe IRR.

De acordo com o tipo de frequência da IRR, os resultados observados são tipicamente diferentes na fase de aquisição e de retenção. Designadamente, com uma maior frequência relativa obtêm-se melhores resultados na aquisição do que na retenção (Godinho, 2007). Uma vez que no presente estudo estamos a avaliar os efeitos da IRE na aquisição de uma tarefa, através da performance dos músculos implicados, utilizámos a IRR em todos os ensaios.

---

As razões que explicam este fenómeno prendem-se com as operações realizadas pelos sujeitos quando não recebem IRR. O que acontece é que a redução da frequência relativa da IRR produz uma concentração da atenção na informação intrínseca, ou seja para o reforço subjectivo. Aparentemente este fenómeno tem vantagens acrescidas no processo de aprendizagem (Godinho, 2007).

Quanto ao **momento** em que ocorre a informação que fornece conhecimento de resultado, pode haver um tempo entre o terminar da tarefa e o momento em que é dada a informação do resultado (IRR diferida). Swinnen e colegas, (1990) (citados por Winstein, 1991), sugerem que o uso de informação de retorno instantânea pode desencorajar e inibir o processamento de outras formas de informação. Ou seja, a resposta de informação de retorno intrínseca que leva à aprendizagem da capacidade de detectar erros em performances futuras. Do ponto de vista prático, é o mesmo que criar um desfasamento à IRR, para dar tempo ao processamento da resposta relevante à informação dada.

Tem sido constatado que um horário atempado na IR, permite um contraste mais óbvio entre a performance devida à IR e a que é independente dela. Os erros são em maior número durante as tarefas sem IR, e a natureza da consciência dos erros pode só se tornar aparente depois da tentativa seguinte com IRR (Herbert, Koppenhaver, Parent, & Fritz, 2009). Estes achados levaram-nos a fornecer a IRR no final da execução da tarefa.

Quanto à **forma**, uma possibilidade é a informação dada em largura de banda, que apenas fornece informação quando a performance sai fora de uma amplitude de erro estabelecida (critério). Com este procedimento, a ausência de conhecimento de resultado informa o sujeito que a tarefa anterior estava correcta. Desta forma são fornecidos dois tipos de informação: uma que é motivadora e que cai dentro da banda (ex: bom, faça isso de novo), e outra que informa o erro, para as tentativas que saem fora da banda.

Segundo Godinho, (2007) a IRR visual tem características mais concretas do que a sua correspondente proprioceptiva, nomeadamente por ter características menos abstractas. Fornecer informação de retorno visual complementar à proprioceptiva tem efeitos positivos no processo de aprendizagem, sendo no início deste processo que os efeitos mais se evidenciam. Provavelmente o individuo necessita de uma referência visual para construir a

---

correspondência proprioceptiva, que parece ser mais importante na fase inicial da aprendizagem. Este achado foi considerado muito relevante na concepção do presente estudo.

Nos casos de disfunção da musculatura abdominal em que o TrA está retardado no seu tempo de activação é essencial que os fisioterapeutas se concentrem na sua pré activação quando interferem, através de um programa de exercícios de reeducação da estabilidade dinâmica da coluna lombar, e cuja aprendizagem, segundo Fitts & Posner, 1967, é composta por três fases.

Apesar de existirem várias teorias sobre a aprendizagem motora, consideramos ser esta a que mais se aproxima do modelo de estabilidade dinâmica.

### 2.3 - Teoria de Fitts e Posner sobre aprendizagem motora

Segundo estes autores, a aprendizagem motora passa por 3 fases: **cognitiva** ou de consciencialização, **associativa** e de **automatização**.

Na fase **cognitiva** o sujeito, por estar preocupado em compreender a natureza da acção, que é nova, tenta desenvolver várias estratégias para a execução da tarefa, avaliando-a e estudando-a em pormenor. Este esforço requer um elevado grau de actividade cognitiva, como a atenção, dando o nome à fase, que é de consciencialização da aprendizagem. O movimento é decomposto, para que consiga ser executado. Neste estadio os sujeitos experimentam uma variedade de estratégias, abandonando as que não funcionam para reter as que funcionam. Os aspectos verbais/cognitivos da aprendizagem são aqui muito importantes, pois auxiliam a escolha da estratégia. A informação de retorno dada nesta fase melhora o processo de integração da tarefa. A performance tende a ser muito variável, provavelmente por estarem a ser utilizadas várias estratégias para execução da tarefa. Nesta primeira fase, como resultado da escolha da estratégia acertada para a tarefa, há uma melhoria progressiva.

Na segunda fase, a **associativa**, o sujeito ao eleger a estratégia mais eficaz para a tarefa começa a melhorar a performance. Nesta fase haverá menor variabilidade na performance e a evolução também será mais lenta (Fitts & Posner, 1967). É, pois, proposto que os aspectos verbais/cognitivos da aprendizagem sejam menos importantes, uma vez que o foco está no aperfeiçoamento de um determinado padrão e não na selecção das várias estratégias para o



---

atingir (Schmidt, 1975). Esta fase pode durar dias, semanas ou meses dependente do sujeito e da frequência da prática.

A terceira fase, ou de **automatização**, foi descrita por Fitts & Posner, (1967) como o processo em que a tarefa se torna automática com um grau mínimo de atenção para a sua realização. Uma vez nesta fase, o sujeito pode dedicar a sua atenção a outros aspectos da acção, ajustando-se ao ambiente e aos obstáculos que possam alterar a sua performance, melhorando-a. Pode ainda focalizar-se noutra tipo de tarefas em simultâneo, como seja por exemplo falar ao telefone durante a execução da tarefa escolhida.

Embora a fase de consciencialização nem sempre se manifeste clinicamente, como a mais morosa, ela poderá comprometer as seguintes, caso não seja convenientemente concluída (Henry & Teyhen, 2007). Para a sua eficaz concretização concorrem factores como a consciência corporal e o passado motor do sujeito, que têm influência no sucesso da aprendizagem da tarefa.

Este modelo das três fases pode auxiliar a entender a forma como os sujeitos readquirem aptidões motoras, servindo de estratégia de recuperação da função normal. De acordo com o exposto, será importante que seja dada informação de retorno na primeira fase de aprendizagem motora, a de consciencialização, que pode comprometer as outras, caso não seja devidamente concluída, tornando-se a que mais beneficia de apoio extrínseco. Assim, qualquer estratégia para que a consciencialização e dissociação da actividade dos músculos estabilizadores, como o TrA seja melhor e mais rápida, torna-se uma mais valia clínica.

### 2.3.1 - Consciencialização da contracção do Transverso do Abdómen

Vários factores contribuem para a fase de consciencialização da aprendizagem. São eles o nível de concentração e esforço do sujeito para a execução da tarefa; a sua compreensão e tomada de consciência; o desenvolvimento de estratégias para uma melhor aquisição da tarefa e para uma auto-avaliação da mesma.

Para a consciencialização da contracção do músculo TrA, tenta levar-se o utente a: 1) identificar a zona neutra da coluna lombar; 2) identificar e monitorizar a activação do TrA

---

com a coluna lombar na zona neutra; 3) monitorizar e evitar substituições do sistema muscular global, mantendo esses músculos imóveis; 4) dissociar a activação de estruturas musculares da respiração; 5) realizar a activação do TrA com níveis baixos de contracção.

Para o treino de facilitação da contracção do músculo TrA tenta levar-se o utente a: 1) contrair apenas a porção inferior da parede abdominal, com respiração regular pouco ampla para evitar uma descida do diafragma e sem qualquer participação da coluna, tórax e/ou bacia; 2) fazer auto palpação aproximadamente três centímetros abaixo das espinhas ilíacas antero superiores, ao longo do ligamento inguinal, e a um centímetro para dentro das mesmas, palpando bilateralmente para identificar assimetrias de activação.

A consciencialização do TrA conduz à sua melhor performance, com eventual melhoria da estabilização da coluna lombar. O exercício de estabilização inicial que os fisioterapeutas ensinam aos utentes com dor lombar, de contracção isométrica dos músculos abdominais, é frequentemente designado “*manobra do transverso*”. Para a correcta performance desta manobra os utentes são ensinados a contrair os músculos antero laterais profundos, em particular o TrA (Richardson et al., 1999) e o OI (O’Sullivan et al., 1997; O’Sullivan et al., 1998), sem contrair a musculatura global, nomeadamente oblíquo externo, recto anterior e longo extensor da coluna (Bergmark, 1989).

Os exercícios de estabilização vão ter como resultado um padrão de recrutamento mais adequado e um aumento da “*tonicidade*” desses músculos, e por conseguinte são frequentemente prescritos para pessoas com dor lombar secundária à instabilidade segmentar.

Tem sido demonstrado que sujeitos sãos na posição de decúbito dorsal, ao executarem incorrectamente a manobra de contracção dos abdominais profundos, o OI é preferencialmente activado em relação ao TrA (O’Sullivan et al., 1997). Estudos em pessoas com dor lombar demonstraram uso excessivo do RA, bem como padrões alterados do recrutamento do TrA (Hodges & Richardson, 1997). A activação dos músculos profundos antero laterais do abdómen isoladamente parece ser uma tarefa particularmente difícil.

Ensinar esta tarefa constitui um desafio clínico pois o TrA está localizado muito profundamente, não podendo ser palpado isoladamente. Por outro lado, o OI só pode ser palpado numa curta janela anterior, junto à espinha ilíaca antero-superior. Acresce que poucas

---

peessoas conseguem contrair voluntariamente a musculatura abdominal profunda sem contrair a mais superficial. Além disso, esta tarefa é bastante diferente dos exercícios terapêuticos habitualmente prescritos em situação de dor lombar, uma vez que apenas é necessária uma contracção de baixa carga para atingir a performance correcta.

Sendo primordial a qualidade das aquisições motoras na primeira fase da aprendizagem, qualquer estratégia que ajude a uma melhor consciencialização e dissociação da actividade dos músculos estabilizadores, será uma mais-valia. Por estes motivos, vários investigadores e clínicos têm sugerido que se utilizem métodos de informação de retorno complementares, nomeadamente o uso de ecografia, que permite uma informação visual em tempo real (Teyhen et al., 2007).

Pelo exposto, relativamente à importância do conhecimento e consciência da constituição da musculatura abdominal, no presente estudo optou-se por fazer uma sessão informativa sobre a localização anatómica dos músculos analisados e por fornecer a informação verbal através duma IRR. Esta foi fornecida em largura de banda, com uma frequência relativa em todos os ensaios, pois segundo, Godinho, (2007), obtêm-se melhores resultados na aquisição da performance.

### 2.3.2 – Estudos relacionados com a aprendizagem da performance do TrA através de ecografia

Vários autores têm vindo a estudar este assunto ao longo do tempo, conferindo à ecografia uma capacidade de avaliação fidedigna da espessura muscular (Bunce, Hough, & Moore, 2004). Outros estudos avaliaram a sua efectividade como instrumento de informação de retorno na reabilitação de disfunções de músculos (Henry & Teyhen, 2007; Herbert, Givens Heiss, & Basso, 2008; Teyhen et al., 2005; Van, Hides, & Richardson, 2006). Destes estudos apenas três estudaram esse efeito no TrA, e deles apenas o de Henry & Westervelt, (2005) em sujeitos saudáveis. A comunidade científica considera que a publicação de estudos revistos por pares sobre a efectividade da ecografia como instrumento de IRE é ainda limitada, não só em quantidade como metodologicamente. Um outro estudo acrescenta que a utilização de um marcador de nylon específico, resulta numa maior fidedignidade da medição do deslizamento

---

da fásia do TrA durante a manobra de “*Drawing in*”, nada referindo quanto à sua utilização como instrumento de IRE (Jhong-Lin et al., 2010)

De acordo com a revisão sistemática levada a cabo por Chipchase *et al.*, (2009), o estudo de Henry & Westervelt, (2005), foi um dos cinco seleccionados, como tendo melhor qualidade metodológica (pontuação 7 em 10 na PEDro), num conjunto de 78 estudos sobre a efectividade da ecografia em tempo real como um instrumento de IRE para o treino muscular, pelo que é uma referencia de realce neste contexto.

Este estudo clínico teve como objectivos determinar se a IRE visual por ecografia complementar à IRE verbal clínica facilita a performance e a retenção no exercício de contrair isométricamente os músculos da parede abdominal. Como metodologia foram utilizados 48 sujeitos divididos em três grupos. No primeiro foi dada IRE verbal, no segundo IRE verbal e palpatório, e no terceiro IRE verbal, palpatório e ainda visual por ecografia. Ao quarto dia realizaram um teste de retenção da tarefa sem IRE apenas nos sujeitos que consideraram ter atingido o critério pré estabelecido para a sua realização. Concluíram que um número significativo de sujeitos do terceiro grupo adquiriu mais rapidamente os critérios de performance da contracção dos músculos da parede abdominal, quando comparados com os outros grupos, e que o ecógrafo é um instrumento que facilita a consistência da tarefa. Porém, consideram que o seu efeito na retenção foi inconclusivo havendo necessidade de mais investigação em populações sintomáticas.

A IRE utilizada por estes autores foi IR de performance em largura de banda. Ao conseguir realizar três tentativas com sucesso, os sujeitos iam sendo informados e de seguida praticavam mais cinco vezes com o mesmo tipo de IR. Foram excluídos do estudo os que não conseguiram executar convenientemente a tarefa. Os sujeitos que concluíram a tarefa com sucesso, ao quarto dia foram submetidos a um teste para avaliar a retenção, sem IR, com a intenção de avaliar a aprendizagem motora.

Após análise dos estudos existentes sobre esta matéria consideramos que estudar as diferenças entre a IRE, fornecida por ecografia e a IRE verbal clínica acrescentava conhecimento quanto à efectividade da ecografia como instrumento que veicula essa informação, tornando claro

---

pela metodologia utilizada, que os efeitos das duas informações de retorno não se influenciavam.

O uso de ecografia para aplicações médicas teve início nos anos 50 do século passado, tendo provado ser efectivo, seguro e não invasivo para avaliação da morfologia e integridade estrutural dos órgãos e tecidos moles. O seu uso na avaliação da morfologia muscular e como guia no raciocínio clínico em fisioterapia vem desde os anos 60, (Wittaker et al, 2007, citado por (Teyhen, 2011).

### **3. Ecografia na Avaliação do Transverso do Abdómen**

Vários estudos concluíram que o ecógrafo é um instrumento que facilita a consistência da tarefa de contrair os músculos abdominais (Chipchase, Thoires, & Jedrzejczak, 2009), tornando relevante conhecer não só as suas características para visualização dos músculos, metodologias de utilização e efectividade, bem como o seu valor por comparação com outros métodos, vantagens e limitações.

#### **3.1 - Visualização dos músculos Abdominais por ecografia**

Para a visualização dos músculos, a ecografia, envolve o uso de ultrasom imagiológico em tempo real e é utilizada em investigação para informar a prática clínica (Teyhen et al., 2005). No contexto da fisioterapia, uma das suas aplicações é a medição da espessura muscular e tem sido usada para quantificar a atrofia dos músculos (Hides, Richardson, Jull, & Davies, 1995; Hodges, Pengel, *et al.*, 2003) e os défices da sua activação (Hodges, Pengel, *et al.*, 2003). As imagens ecográficas são obtidas em tempo real, o que permite medir a espessura muscular em diferentes níveis de contracção e durante o movimento, observando os tendões e músculos de forma dinâmica (Hides, Richardson, & Jull, 1998).

Quando se considera a espessura relativa dos músculos abdominais, está provado que o recto anterior é o mais espesso e o TrA o mais fino (Reddy, 2001 citado por Teyhen *et al.*, 2007). Em sujeitos assintomáticos, o recto anterior, OI, oblíquo externo e TrA representam 35%, 28%, 23% e 14% da espessura cumulativa da parede abdominal ( $\pm 2,4\%$  -  $\pm 4,8\%$ ), respectivamente

---

(Teyhen et al., 2007). Este padrão é independente do género e lado de medição (direito *versus* esquerdo), ou localização da mesma. Em relação à homogeneidade das medições, sabemos que, a espessura é dependente da localização da medição. O OI e o TrA são homogêneos em espessura na suas porções média e inferior (Teyhen et al., 2007). Este aspecto condiciona a escolha da localização para as medições.

### 3.2 - Utilização da ecografia na avaliação dos músculos abdominais

Relativamente às suas características este instrumento apresenta transdutores de cabeça linear e curvilínea (Richardson et al., 2004), sendo que a escolha do transdutor adequado e da frequência apropriada depende de factores como o tamanho global do ventre muscular; a posição do músculo em relação ao tecido subcutâneo (profunda ou superficial) e a distribuição dos tecidos nos diferentes planos (Whittaker et al., 2009).

No caso da avaliação dos músculos abdominais, têm sido utilizados diferentes parâmetros. Richardson *et al.*, (2004), sugerem que a frequência utilizada para medição da espessura dos músculos da parede abdominal seja de 3,5 MHz em B-mode com um transdutor curvilíneo. Outros escolhem a frequência de 7,5 MHz, com transdutor de cabeça linear, em B-mode (Ainscough-Potts, Morrissey, & Critchley, 2006). Segundo McMeeken *et al.*, (2004) (citados por Hides *et al.*, 2007) as diferenças entre a espessura do músculo, utilizando um transdutor com frequência de 5 e de 7,5 MHz, são desconhecidas. Todavia consideram que quando se opta por uma frequência de 5 MHz é seleccionada uma cabeça de transdutor curvilínea, e uma linear quando se opta por uma frequência de 7,5 MHz.

Relativamente à metodologia de utilização, o transdutor deve ser colocado na perpendicular à zona axilar média, a meia distancia entre a 11<sup>a</sup> costela e a crista ilíaca (Teyhen et al., 2007). A arquitectura dos músculos é alterada durante a respiração, por isso é necessário determinar o momento respiratório no qual se realizará a medição (Whittaker et al., 2007). Quando o músculo contrai, verifica-se um deslocamento da parede abdominal anterior na direcção posterior. Por conseguinte há um deslocamento lateral da fascia respectiva e um aumento da espessura do músculo (Richardson et al., 2004; Whittaker et al., 2007). Após obtenção da imagem pretendida, a ampliação desta e o contraste entre os tecidos podem ser trabalhados a

---

fim de se obter uma imagem mais nítida e adequada ao que se pretende visualizar e medir (Whittaker et al., 2007).

Quanto à validade das medições de ecografia, McMeeken *et al.*, (2004) (citados por (Hides, Miokovic, Belavy, Stanton, & Richardson, 2007), demonstraram que as medições da espessura do TrA e do OI são correlacionáveis com as medições obtidas por electromiografia de profundidade, para as contracções isométricas desses músculos. Em concordância com esse resultado, (Ferreira et al., 2004; Hodges, Pengel, et al., 2003) encontram essa correlação para níveis baixos da força de contracção (até cerca de 30% da força máxima).

Estes achados têm levado ao uso crescente da ecografia para avaliação de défices de controlo motor, aumentando a sua popularidade na avaliação das disfunções musculares lombares e monitorização dos progressos dos exercícios de controlo motor. A maioria dos estudos, que medem a actividade de músculos profundos (Hodges & Richardson, 1997; Tsao & Hodges, 2007), é feita através da utilização de eléctrodos de EMG de profundidade, o que é dispendioso e desconfortável, além de ter riscos associados de infecção. Sendo a sua utilização difícil na prática clínica, a alternativa possível será a medição indirecta do recrutamento dos músculos da parede abdominal, avaliando as suas alterações morfológicas, nomeadamente espessura, através de ecografia.

Do mesmo modo, McMeeken, (2004) (citado por Tehyen *et al.*, 2007) apresenta dados concordantes para a associação de medidas de ecografia e ressonância magnética. Refere igualmente que não existem diferenças significativas entre a espessura do TrA, determinada pela ecografia, e a actividade do mesmo, observada na EMG em vários níveis de contracção.

Tehyen *et al.*, (2007), numa revisão da literatura, reúne dados que demonstram que a fidedignidade intra-observador das medições das espessuras musculares em imagens obtidas por ecografia é muito elevada no mesmo dia, Coeficiente de Correlação Interclasse (CCI) de 0,98-0,99 e elevada sete dias após a sua obtenção CCI de 0,96-0,99 (Rnanking *et al.*, 2006 citado por Tehyen *et al.*, 2007). Já Hides *et al.*, (2006) apresentam um CCI de 0,62-0,82 para as medições no mesmo dia, e um CCI de 0,63-0,85 ao 4º e 7º dias. Ainscough-Potts *et al.*, (2006) encontraram um CCI de 0,97-0,99; Bunce *et al.*, (2002) (citado por Tehyen *et al.*, 2007) um CCI de 0,88-0,94 e McMeeken, (2004) (citado por Tehyen *et al.*, 2007) um CCI de 0,98-0,99. A fidedignidade inter-observador também é elevada com um CCI 0,93-0,99 (Springer, Mielcarek,

---

Nesfield, & Teyhen, 2006). Podemos assim ficar com noção de uma boa fidedignidade na medição das espessuras musculares por ecografia.

### 3.3 - Vantagens da ecografia na avaliação dos músculos abdominais

Relativamente às vantagens da ecografia, alguns autores avaliaram o seu valor terapêutico, como mecanismo de informação de retorno (Hides et al., 2006; Teyhen et al., 2005). Esta sua utilização tem como objectivo melhorar a activação preferencial dos músculos multifidus e TrA em sujeitos com e sem dor lombar, capacitando o indivíduo a activar esses músculos profundos, como parte da progressão de exercícios num protocolo de estabilidade dinâmica (Henry & Teyhen, 2007). Pretende dar-se IR durante o treino da tarefa, para que no futuro, o indivíduo seja capaz de eleger a activação preferencial desses músculos na ausência dessa informação. O ecógrafo serve igualmente para dar informação ao fisioterapeuta quanto à performance do utente e comparação dos resultados de tratamento, pois é possível verificar se o TrA está a ser activado isoladamente e se a sua contracção é correcta e idêntica bilateralmente. É um instrumento sensível a contracções de baixa intensidade (menores que 20-30% da contracção máxima) dos músculos TrA e OI (Whittaker et al., 2007). Vários autores estudaram a manobra de “*drawing in*” para a activação do TrA usando o ecógrafo como instrumento de medida. Henry & Westervelt, (2005), Hodges, Pengel, *et al*, (2003) e Teyhen *et al*, (2005) consideram relevante que futuras investigações procurem avaliar a relação entre os parâmetros quantificáveis por ecografia e electromiografia em diferentes populações. Tal permitirá que a ecografia seja validada como uma ferramenta não invasiva para quantificação da acção muscular. Devem ser igualmente investigados protocolos de reabilitação com e sem ecografia, para determinar até onde é que o uso da IR visual resulta numa melhor performance e outcomes clínicos. Mais, a adequabilidade da ecografia nos diferentes estadios de aprendizagem motora, ainda não foi estudada (Henry & Teyhen, 2007).

Parece-nos assim pertinente avaliar o efeito dos diferentes tipos de IRE na performance do TrA na primeira fase de aprendizagem motora, como linha de investigação nesta área.

Do que foi referido, podemos concluir que a ecografia é utilizada em clínica para quantificar a espessura muscular, tanto em repouso como em contracção, e medir de forma indirecta o



---

recrutamento dos músculos. É utilizada ainda como informação de retorno em tempo real para informar os utentes da sua performance e o terapeuta dos resultados do tratamento.

---

---

## METODOLOGIA DO ESTUDO

### 4. Métodos

#### 4.1 - Objectivos

O presente estudo teve como objectivo geral determinar a efectividade da ecografia em tempo real, como IRE visual na performance do TrA, em sujeitos saudáveis.

Teve como objectivos específicos:

- Medir a **performance** da musculatura abdominal, através das diferenças na **espessura** dos músculos transverso do abdómen e oblíquo interno (OI) e do **deslizamento do TrA**, em repouso e em contracção.
- **Analisar eventuais diferenças na performance** da musculatura abdominal entre a Informação de Retorno Extrínseca Visual Ecográfica (IRE-VE) e a Informação de Retorno Extrínseca Verbal Clínica (IRE-VC).

#### 4.2 - Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo quantitativo e experimental prospectivo de factor único, desenho pré-teste pós-teste (Domholdt, 2000).

Quantitativo porque o seu paradigma foi caracterizado pela medida de uma realidade objectiva; o investigador e os sujeitos foram independentes e teve como objectivo poder generalizar a caracterização de uma realidade. A causa e o efeito da realidade em estudo foram determinados e diferenciados um do outro e foi livre de valores, ou seja a opinião do investigador não interferiu nos factos que se descobriram no estudo. Houve uma descoberta objectiva e o investigador foi imparcial.

Experimental porque o investigador pôde controlar tanto a população como os factores de exposição em estudo; teve a oportunidade de seleccionar, através de regras adequadas, os participantes que foram submetidos à experiência e os que não foram. Existiram dois grupos experimentais e um de controlo e a amostra foi seleccionada aleatoriamente dando homogeneidade aos grupos e aumentando a sua validade interna.

---

De factor único por ter uma variável independente. Prospectivo porque a recolha de dados foi posterior à questão em estudo.

Metodologicamente a teoria enquadrou as realidades da utilização da ecografia em tempo real como estratégia de IRE-VE no recrutamento dos músculos TrA e OI durante a primeira fase de aprendizagem motora, e o estudo testou os elementos dessa teoria.

#### 4.3 - Hipóteses

Considerámos como **hipótese nula**, não haver qualquer efeito da utilização de IRE, nem Visual Ecográfica (IRE-VE) nem Verbal Clínica (IRE-VC), na performance dos músculos abdominais profundos (TrA e OI) no exercício de baixa carga.

E como ponto de partida da investigação, colocámos como hipótese (H1) que no grupo experimental com ecografia (IRE-VE) ocorra para ambos os músculos, TrA e OI:

- a) um maior aumento da espessura e/ou do deslizamento destes músculos quando se contraem, do que no grupo de controlo
- b) um maior aumento na espessura e/ou no deslizamento destes músculos quando se contraem, do que no grupo experimental clínico.

E como hipótese (H2) que no grupo experimental clínico (IRE-VC) ocorra:

- a) um maior aumento da espessura e/ou do deslizamento destes músculos quando se contraem, do que no grupo de controlo
- b) um maior aumento na espessura e/ou no deslizamento destes músculos quando se contraem, do que no grupo experimental visual.

---

#### 4.4 - Amostra

Tratou-se de uma amostra de conveniência, seleccionada entre a população dos estudantes do curso de Fisioterapia da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal, no ano lectivo 2009/2010, alocada aleatoriamente em três grupos. Teve como **critérios de inclusão** frequentarem o Curso de Fisioterapia e ausência de episódios de dor lombar (Henry & Westervelt, 2005) e como **critérios de exclusão** existir patologia músculo-esquelética abdominal ou deformidades Glass, (1999) citado por Henry & Westervelt, (2005), patologia sistémica afectando o sistema músculo-esquelético (Henry & Westervelt, 2005); presença de manifestações neurológicas (parestésias, diminuição da força muscular do membro inferior (Bergmark, 1989), cirurgia abdominal, lombar ou pélvica (Bunce et al., 2004); gravidez há menos de 2 anos (Henry & Westervelt, 2005); menstruação durante o período de realização do teste e história de incontinência urinária ou de cancro (Hides et al., 1995).

Foi uma amostra estratificada entre os estudantes dos quatro anos do curso de Fisioterapia e todos os sujeitos expressaram por escrito o seu consentimento em participar no estudo, após responderem a um questionário de dados demográficos e de saúde.

A aleatorização obedeceu à publicação dos dias de recolha de dados, cabendo aos estudantes, a escolha do respectivo dia. Em cada um dos dias, por ordem de chegada, foram alocados aleatoriamente num dos três grupos do estudo, tendo como único critério de divisão a homogeneidade numérica entre os grupos.

#### 4.5 - Variáveis

Neste estudo temos uma **variável independente**, a IRE com **duas componentes**: - o protocolo de IRE visual ecográfico em tempo real e o protocolo de IRE verbal clínico. Esta variável independente é a única manipulada pelo observador podendo provocar efeito nas variáveis dependentes.

Existem três grupos de actuação no estudo: não ter IRE (grupo de controlo - GC); ter informação de retorno extrínseca visual por ecografia (grupo experimental de IRE-VE) e ter informação de retorno extrínseca verbal clínica, (grupo experimental de IRE-VC)

---

As **variáveis dependentes**, relacionadas com a **performance** dos músculos, são a **espessura** dos músculos em estudo, transverso do abdómen e oblíquo interno (**TrA e OI**) e o **deslizamento** do **TrA** (descrição de medição em 4.7.4).

#### 4.6 - Instrumentos

Na caracterização dos sujeitos, foi utilizada uma Balança Mecânica, marca Wunder para medir o peso (em Kg); uma régua métrica vertical, marca Wunder para medir a altura (em metros).

O instrumento de medida das variáveis de performance muscular foi o mesmo que o utilizado para a intervenção de IRE-VE, tornando uma das componentes da variável independente parte integrante da medição das variáveis dependentes. Para este efeito foram utilizados os seguintes instrumentos:

- um Ecógrafo GENERAL ELECTRIC Logic 200 Pro series” em B-mode e com transdutor de 7,5MHz linear - para visualizar as imagens dos músculos da parede abdominal;
- um Biofeedback de pressão Chattanooga group, Hixson, TN - para controlar substituições através dos movimentos de báscula da bacia;
- uma Placa de captação de imagem Pinnacle (DVC 130) - para transporte em filme da imagem ecográfica para um computador receptor;
- software de armazenamento de imagens para PC DVC.cap.Inc - para congelar e gravar as imagens obtidas pela ecografia;
- software específico para medições GIMP2.Inc para medir a espessura muscular do TrA e OI em milímetros
- Computador Intel Pentium Mobile 750 (1.86GHz); memória 1024MB Ram; disco-rígido – 80 GB HDD; ecrã -15.0”TFT XGA com 1024x768 de resolução (16M cores); gráficos – ATI MOBILITY ON X300, para efectuar as medições e armazenar as imagens.

#### 4.7 - Desenho do estudo – Procedimentos

A ultimação dos procedimentos do estudo respeitou a aplicação de um estudo piloto de fidedignidade intra-observador das medições da espessura dos músculos da parede abdominal

---

antero-lateral nas imagens de ecografia, pelo método de teste-reteste, em seis sujeitos e com um número de imagens correspondente à visualização bilateral da tarefa em investigação (Anexo V) (Hides, Wong, Wilson, Belavy, & Richardson, 2007; Teyhen et al., 2007). Recorreu-se ao Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC), utilizando a classificação proposta por Fleiss (1986), citada por (May, Littlewood, & Bishop, 2006).

Todos os sujeitos admitidos ao estudo completaram uma lista de dados demográficos, assinaram uma folha de consentimento informado e participaram numa sessão de ensino e treino da tarefa pedida, de aproximadamente 30 minutos. Essa sessão decorreu em cada um dos dias de recolha de dados para os sujeitos que compareceram, aleatoriamente, de acordo com as suas disponibilidades individuais.

Nessa sessão foi dada uma explicação sumária da anatomia da parede abdominal e da instrução clínica típica que leva à contracção dos músculos profundos da mesma. O comando escolhido foi: "leve o seu umbigo na direcção das costas" (Teyhen et al., 2007).

Os sujeitos foram ensinados a contrair isoladamente o TrA e todos executaram a tarefa três vezes, monitorizados verbalmente e realizando uma auto palpação, após ter sido ensinado o local da mesma. Foi dado um período de treino individual de cinco minutos.

A recolha de dados decorreu nos meses de Junho e Julho em cada um dos dias pré estabelecidos: 7, 23, 25, 26 e 29 de Junho e 2, 5, 6, 8 e 9 de Julho de 2010.

A recolha e gravação das imagens foram feitas através do instrumento de captação de imagem de vídeo acoplado ao ecógrafo e a um computador. Através dessa placa de captação de vídeo, o congelamento e gravação das imagens seleccionadas foi feito no computador e guardado em ficheiros individuais correspondentes a cada sujeito, para posterior processamento.

Mais tarde procedeu-se às medições das espessuras dos músculos nas imagens gravadas, através de um software específico de medição, *GIMP2.Inc.* que foram guardadas por um "*print screen*".

---

O estudo obedeceu ao seguinte desenho, Quadro 1:

**Quadro 1 – Desenho do estudo**

	Repouso	Tarefa A	Intervenção	Repouso	Tarefa B
S (GIRE-VE)	O	O	Xa visual	O	O
S (GC)	O	O		O	O
S (GIRE-VC)	O	O	Xb verbal	O	O
Onde: -“O” representa observação ou gravação das imagens -Xa e Xb representam a intervenção (IRE, dada à tarefa pedida) -S indica os sujeitos que foram aleatoriamente divididos entre os três grupos. -Tarefa A corresponde à contracção antes da intervenção. -Tarefa B corresponde à contracção depois da intervenção.					

Ao **grupo de controlo** não foi dada qualquer IRE, apenas pedida a tarefa de contrair os músculos abdominais com o comando seleccionado.

Foram gravadas três imagens da parede abdominal antero lateral direita em repouso, três imagens em contracção (tarefa A), numa sequência do par repouso/contracção. Seguiu-se um período de descanso de dois minutos e repetidos os mesmos procedimentos de gravação de três pares de imagens repouso/contracção (tarefa B), Quadro 1.

No **grupo experimental de IRE visual por ecografia** em tempo real (**grupo Xa**), antes da intervenção, foram efectuados os procedimentos de captação e gravação de imagem de repouso e contracção já descritos para o grupo de controlo. De seguida (Intervenção Xa), os sujeitos foram ensinados a visualizar e diferenciar os músculos na imagem, aprendendo a distinguir o repouso da contracção, no que consiste uma contracção visível do TrA, e a dissociá-lo do OI (descrição em 4.7.1). Esta tarefa de contracção dos músculos abdominais decorreu com auxílio de IRE visual por ecografia em tempo real (Intervenção Xa), em que o sujeito pôde observar, interpretando a imagem por si, sem ter qualquer outro tipo de informação de retorno nem da performance nem do resultado, por parte do observador. Treinaram durante 5 minutos. No final da intervenção foram repetidos os procedimentos: gravação de três pares de imagens repouso/contracção (tarefa B).

No **grupo experimental de IRE verbal clínico** (**grupo Xb**) antes da intervenção foram efectuados os procedimentos já descritos para os dois grupos anteriores. De seguida



---

(Intervenção Xb, descrita em 4.7.1), os sujeitos foram ensinados a contrair os músculos abdominais profundos com IRE verbal clínica e treinaram durante cinco minutos. Esta tarefa de contracção dos músculos abdominais decorreu apenas com IRE verbal clínica por parte do investigador (Intervenção Xb), sem ter informação de retorno visual ecográfica. No final da intervenção foram repetidos os mesmos procedimentos: gravação de três pares de imagens repouso/contracção (tarefa B).

#### *4.7.1 - Tarefa de contracção dos músculos abdominais*

Neste estudo a tarefa (A e B) que foi seleccionada para análise da performance muscular do TrA é a “*Manobra do Transverso*”. Pela orientação e mecânica das fibras musculares do transverso abdominal, a acção deste músculo é independente da postura da coluna e a sua relação comprimento/tensão não é afectada pela posição da coluna vertebral. Isto pode implicar que, numa primeira instância, para pacientes com dor lombar, qualquer postura lombo-pélvica ou da coluna nos seus outros segmentos poderá ser a escolhida para ensinar e treinar a contracção muscular (Richardson et al., 1999). Contudo, há factores que justificam a utilização de uma posição sem carga na reabilitação. A sinergia da musculatura local profunda deve ser activada como forma de preparação para as posições em carga. O modelo biomecânico de (Snijders et al., 1993) prediz que a acção das fibras transversas dos músculos pélvicos como o transverso abdominal estabiliza a pélvis. Uma das funções chave destes músculos transversos é, muito provavelmente, o controlo em posições de carga da região lombo pélvica. Prediz igualmente que esta força horizontal é independente da carga gravitacional. Assim, o treino em posição sem carga, prévio a uma posição de carga, parece ser vantajoso quando se exige treino específico do mecanismo de estabilidade lombo pélvica e será mais fácil a activação independente dos músculos locais sinergistas. Desta forma, para serem eliminadas eventuais substituições de outras acções musculares, a tarefa de contracção dos músculos abdominais foi solicitada na posição de decúbito dorsal.

#### **Tarefa sem IRE – Grupo de Controlo**

O sujeito foi posicionado em decúbito dorsal sobre uma marquesa, com os membros

---

superiores dispostos paralelamente ao tronco e com os membros inferiores em repouso, mantendo a articulação do joelho em flexão relaxada sobre almofadas e os pés tocando a mesa com os calcanhares. Tal posicionamento pretendeu evitar acções indesejadas relacionadas com substituição de músculos dos membros inferiores, tornando a contracção da musculatura abdominal exclusivamente atribuível ao comando (P. Ferreira, Ferreira, Maher, Herbert, & Refshauge, 2006 ).

Para controlar as substituições musculares relacionadas com o controlo postural da cintura pélvica, foi colocado o equipamento de biofeedback de pressão (Chattanooga, Hixon, TN), por baixo da coluna lombar para detectar alterações de pressão. Insuflado até 40 mmHg, garantiu a monitorização da imobilização da coluna lombar durante a tarefa. A variação da pressão foi o indicador das alterações na postura da coluna lombar e membros inferiores. Este instrumento foi monitorizado pelo próprio sujeito.

### **Tarefa de IRE Visual Ecográfica - Grupo de Experimental - GIRE-VE**

Mantendo a mesma posição de partida que no grupo de controlo, os sujeitos foram ensinados, durante um período de tempo definido, a visualizar e diferenciar os músculos no ecógrafo, aprendendo a distinguir o repouso da contracção do TrA, e a dissociá-lo do OI, de acordo com os seguintes passos:

- Tossir de forma a observarem o movimento dos seus músculos abdominais a aumentar de espessura na imagem;
- Distinguir o repouso da contracção, (aumento da espessura do TrA com algum movimento lateral) e a dissociá-lo do OI, com auxílio do investigador;
- Treinar com IRE visual ecográfica, experimentando durante cinco minutos até três vezes a contracção assistida pela imagem e pelo comentário do investigador;
- Treinar sozinhos mais uma vez, perfazendo de uma forma equitativa quatro tentativas de aprendizagem.

No final do treino, foram repetidos os procedimentos: gravação de três pares de imagens repouso/contracção (tarefa B). O sujeito pôde observar, interpretando a imagem por si, sem ter qualquer outro tipo de informação de retorno nem da performance nem do resultado, pela parte do observador.

---

### **Tarefa de IRE Verbal Clínico - Grupo de Experimental - GIRE-VC**

Com a mesma postura de base, os sujeitos foram ensinados a contrair o TrA através do comando seleccionado, com IRE verbal clínica palpatório, e treinaram cinco minutos, com a seguinte ordem:

- Contrair os seus músculos abdominais e a palpá-los em contracção, com auxílio do investigador;
- Distinguir o repouso da contracção, com auxílio do investigador;
- Treinar três vezes a contracção assistida, com informação de retorno verbal de conhecimento do resultado;
- Treinar sozinhos mais uma vez, perfazendo de uma forma equitativa quatro tentativas de aprendizagem.

A IRE verbal clínica consistiu na informação do resultado dada no final da tarefa, “está bem; ainda não está” em todos os ensaios, consoante o sujeito estava ou não a obter resultados positivos (Godinho, 2007). A observação do investigador no ecógrafo constituiu confirmação de aprendizagem da tarefa. Neste grupo não houve IRE visual. No final da intervenção foram repetidos os mesmos procedimentos de gravação.

#### *4.7.2 - Procedimentos de recolha das imagens*

Nas imagens de ecografia da parede abdominal antero-lateral obtemos uma informação visual precisa e o conhecimento instantâneo da performance da tarefa, através da imagem do movimento com o aumento da espessura dos músculos, quando estes se contraem. Este procedimento permite observar os três músculos distintos, de cima para baixo: oblíquo externo, oblíquo interno e TrA.

Para recolha das imagens de ecografia seguimos as referências de Teyhen *et al.*, (2007).

O ecógrafo foi colocado do lado direito do sujeito. O transdutor foi colocado transversalmente à parede abdominal antero-lateral do lado direito, no ponto médio entre o ângulo inferior da 11<sup>a</sup> costela e a crista ilíaca. O bordo interno do transdutor foi colocado

---

horizontal e paralelamente ao umbigo a cerca de 10 cm do mesmo, ao nível de uma linha perpendicular à linha vertical que define o plano sagital do corpo (Hodges, Pengel, et al., 2003; Whittaker et al., 2007). A posição do transdutor foi ajustada de forma a fazer coincidir as duas linhas de transição da fascia do TrA com um ponto de referência, previamente marcado no ecógrafo a 2 cm do bordo interno da imagem da ecografia, enquanto o sujeito mantinha a parede abdominal em repouso (Ferreira et al., (2004); Witttaker, (2007). Esta metodologia assegurou-nos a possibilidade de marcar e gravar na imagem, mediante congelamento (*freezing*), o ponto de referência a partir do qual se definiram as rectas que permitiram a medição da espessura muscular.

O congelamento das imagens nas situações de repouso foi realizado no final da expiração, quando os músculos abdominais estão mais relaxados (Teyhen et al., 2007), de forma a ser feito num ponto consistente do ciclo respiratório para todos os sujeitos. Nas contracções, foi solicitada a *Manobra do Transverso* e congeladas três imagens em repouso e três em contracção. Durante o procedimento da ecografia, as imagens visualizadas estavam a ser filmadas, transportadas e gravadas através da uma Placa de captação de imagem Pinnacle (DVC 130), para um computador receptor, onde, após arquivadas, seriam analisadas e medidas em diferido. As medições decorreram com o auxílio de um software específico, “GIMP2.Inc.” e armazenadas como ficheiros de imagem por um “*print screen*” do ecrã.

#### 4.7.3 - Codificação das imagens

As imagens armazenadas no computador receptor foram codificadas de modo a poderem ser identificadas à posteriori relativamente **ao grupo, ao sujeito, ao músculo, ao estado do músculo e à variável a ser medida**. Assim, foram guardados os ficheiros correspondentes às medições da espessura e do deslizamento dos músculos em estudo.

Os sujeitos executaram a tarefa de contrair os músculos da parede abdominal seis vezes: três antes da intervenção (tarefa A) e outras três depois (tarefa B). Foram guardadas seis imagens em repouso e outras seis em contracção, perfazendo um total de doze imagens para cada sujeito.

Em cada imagem de repouso foi medida a espessura do TrA e do OI. Em cada imagem de

---

contração foi medida a espessura do TrA e do OI, e o deslizamento do TrA.

**Codificação do Grupo e Sujeitos:**

- Codificação dos Sujeitos do grupo de controlo (GC): de A a Z
- Codificação dos Sujeitos do grupo experimental Visual Ecográfico (GIRE-VE): de AA a ZZ
- Codificação dos Sujeitos do grupo experimental Verbal Clínico (GIRE-VC): de AAA a YYY

**Músculo em estudo:**

- T- transverso do abdómen;
- OI- oblíquo interno

**Estado do músculo:**

- Em repouso: 1, 2, 3, 4, 5 e 6;
- Em contração 1c, 2c,3c, 4c, 5c,6c

Sendo que, a referência 1,2,3 corresponde às imagens antes da intervenção e 4,5,6 corresponde às imagens depois da intervenção.

**Variáveis dependentes:**

- t - espessura do TrA ;
- oi - espessura do OI ;
- d - deslizamento do TrA

**Exemplo da codificação de um indivíduo:**

As doze imagens do sujeito A: A1, A1c; A2, A2c; A3, A3c; A4, A4c; A5,A5c; A6,A6c

Em cada imagem em repouso é medida a espessura do TrA e do OI: **A1t** e **A1oi**

Em cada imagem em contração é medida a espessura do TrA e do OI e o deslizamento:

**A1cT** e **A1cOI** e **A1cd**

A resultante de codificação tem 30 expressões em cada sujeito, duas correspondentes a repouso e três a contração em cada uma das doze imagens analisadas.

---

#### 4.7.4 - Procedimentos de medição dos músculos

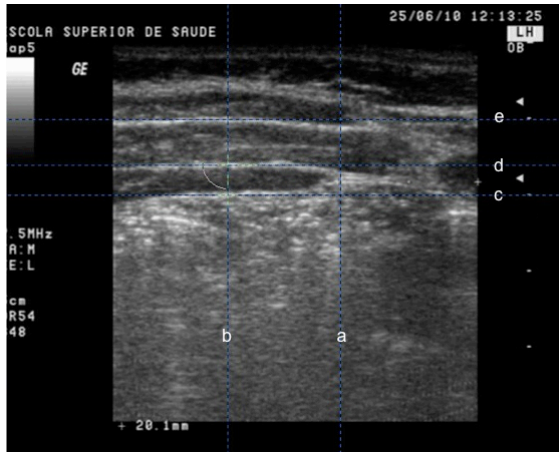
Para a medição dos músculos em estudo, seguimos as referências de Ferreira *et al.*, (2004) e Hides *et al.*, (2007) e tivemos em conta que o equipamento apenas permite a referência com linhas verticais e horizontais. Sobre o ponto de referência criado no momento da recolha (a 2 cm da margem direita), foi marcada uma recta vertical (*a*). Foi medida a distância dessa recta ao bordo esquerdo da imagem e a meio traçada uma recta vertical (*b*), a meio do ventre muscular visível, (Figura 3).

**Cálculo da espessura do TrA:** Foi traçada uma recta horizontal (*c*), perpendicular às rectas (*a*) e (*b*). Esta recta é tangente ao bordo superior da aponevrose inferior que separa o TrA do conteúdo abdominal. Em seguida foi traçada uma recta horizontal (*d*) perpendicular às rectas (*a*) e (*b*) e paralela recta (*c*). A recta (*d*) é tangente ao bordo inferior da aponevrose superior do TrA que separa o OI do TrA no ponto de intersecção com a recta (*b*). Por fim foi medida, sobre a recta *b*), a distância em mm entre as rectas (*c*) e (*d*), referente à espessura do TrA (Figura 3).

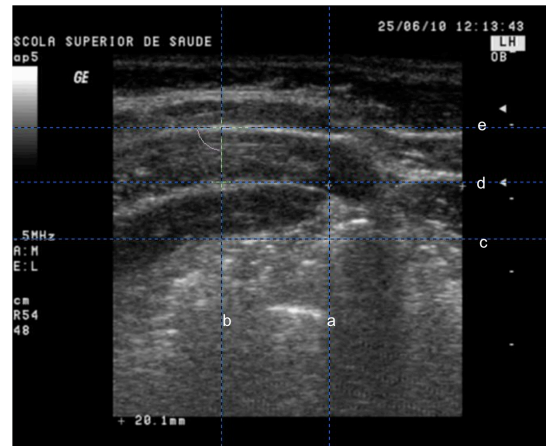
**Cálculo da espessura do OI:** Foi traçada mais uma recta horizontal (*e*) perpendicular às rectas (*a*) e (*b*). A recta (*e*) é tangente ao bordo inferior da aponevrose superior do OI no ponto de intersecção com a recta (*b*) e separa o OE do OI. Foi medida, sobre a recta *b*), a distância em mm entre as rectas (*d*) e (*e*), (Figura 4).

**Cálculo do deslizamento do TrA:** Nas imagens em contracção foi marcada uma recta (*f*), perpendicular às rectas (*c*) e (*d*) e (*e*), e paralela as rectas *a*) e *b*), sobre o ponto onde se encontra a intersecção das duas linhas de transição da fascia do TrA. Foi medida a distância em oblíquo que vai desde o ponto previamente a marcado a 2 cm, na recta (*a*) até à nova localização do ponto da intersecção das fascias na recta (*f*) (Figura 5).

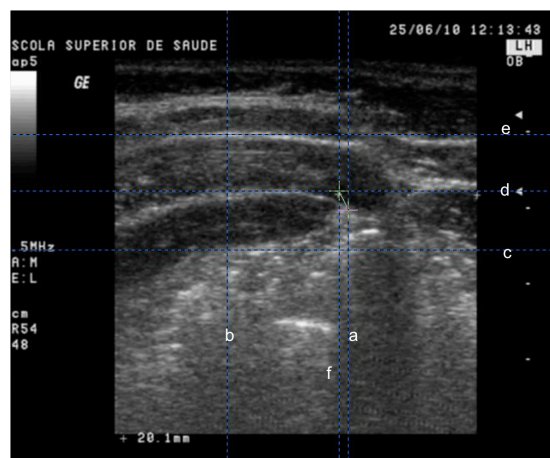
**Figura 3** - Imagem em Repouso - medição do TrA - Rectas a)b)c)d).



**Figura 4** - Imagem em Contração - medição do OI Recta e)



**Figura 5** - Imagem em Contração - medição do Deslizamento do TrA Recta f)



#### 4.8 - Tratamento dos dados

Após uma descrição sumária da amostra, compararam-se as **variáveis de caracterização** dos sujeitos que compõem os três grupos, nomeadamente o sexo, idade, altura, o peso e o facto de praticarem ou não desporto, com o objectivo de garantir que não diferiam entre si e que, possíveis efeitos que se viessem a detectar pudessem ser imputados aos resultados da experimentação. Para este tratamento usou-se a Análise da Variância Simples Paramétrica para

---

as variáveis quantitativas, e o teste de independência do Qui-Quadrado para as qualitativas. Este procedimento seguiu-se à realização de testes sobre a normalidade da distribuição, (teste de Shapiro-Wilk) e sobre a igualdade de variâncias (teste de Levene)<sup>1</sup>, (Aguar, 2007).

Para comparação das **variáveis de performance muscular** nos grupos no momento anterior à intervenção (Anexo II – Quadros 12,13,14, 15 e 16) e no momento após a intervenção (Anexo III – Quadros 17,18,19 e 20), foi utilizada a Análise da Variância Simples Paramétrica para amostras independentes.

Quando a aplicação da Análise da Variância conduziu à identificação de diferenças significativas, usaram-se testes *Post Hoc*, nomeadamente os propostos por *Scheffe*, nas situações em que se garantiu a homogeneidade de variâncias (homocedasticidade), e por *Games-Howel* quando não se verificou a igualdade de variâncias, com o objectivo de encontrar os grupos estatisticamente diferentes dois a dois.

A não-aceitação do pressuposto da normalidade conduziu, nos casos de rejeição da hipótese nula da *ANOVA*, à confirmação da decisão a partir da alternativa não paramétrica, teste de *Kruskal-Wallis*. E as violações ao pressuposto da igualdade de variâncias foram ultrapassadas usando o teste *FW de Welch*.

Para a comparação de um mesmo grupo nos dois momentos, antes e depois da intervenção, aplicou-se o teste para a diferença de médias para amostras emparelhadas, após ter sido provada a normalidade da distribuição da variável diferença, com auxílio do teste de *Shapiro-Wilk*.

---

<sup>1</sup> Os “outputs” destes testes estão disponibilizados em Anexo I Quadro 11.



---

## APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Na apresentação dos resultados do presente estudo, optou-se por incluir os dados considerados relevantes, remetendo para Anexos os demais resultados de forma a tornar claro e simples a apresentação dos mesmos.

### 5 – Resultados

#### 5.1 - Descrição da Amostra

Da população de 112 sujeitos, estudantes dos quatro anos do curso de Fisioterapia que acordaram em participar no estudo, apenas 77 se disponibilizaram nos dias da recolha de dados. Na fase de medição das imagens em tempo diferido foram retirados dois sujeitos à amostra por incapacidade de visualização dos limites musculares na ecografia, tendo esta ficado composta por 75 sujeitos, distribuídos da seguinte forma nos diferentes grupos: (GC) n=26; GIRE-VC n=25 e GIRE-VE n=24 (Quadro 2).

Relativamente ao ano de curso, a distribuição dos sujeitos foi bastante homogênea, como se pode verificar no Quadro 2.

**Quadro 2 - Constituição dos grupos segundo o ano curricular de pertença dos estudantes**

ANO	GC	GIRE-VE	GIRE-VC	Total	%
1º	5	6	7	18	24,0%
2º	5	6	5	16	21,3%
3º	7	7	7	21	28,0%
4º	9	5	6	20	26,7%
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>100%</b>

Dos 75 participantes no estudo, 55 eram mulheres (73%). A média de idades dos participantes foi de 21,9 anos ( $\pm 4,03$ ), compreendida entre os 18 e os 38 anos; o peso corporal, com uma média de 60,9 Kg ( $\pm 11,50$ ) variando entre os 45,5 e os 98,0 Kg. A média das alturas foi de

1,65 m ( $\pm 0,90$ ) entre os 1,51 e os 1,94 metros. A prática de desporto estava presente em 69% dos sujeitos ( $n = 52$ ), com expressão semelhante entre os grupos (Quadro 3).

**Quadro 3 - Características sócio demográficas da amostra**

Variável	Categorias	GC	GIRE-VC	GIRE-VE
Sexo	Masculino	11 (42,3%)	4 (16,0%)	5 (20,8%)
	Feminino	15 (57,7%)	21 (84,0%)	19 (79,2%)
Idade	Média	21,23	20,96	23,79
	Mediana	21,0	21,0	21,05
	D.Padrão	3,76	2,09	5,20
	Mín	18	19	18
	Max	38	28	35
Peso	Média	64,2	59,49	58,57
	Mediana	65,5	55,4	58,2
	D.Padrão	13,38	10,96	9,23
	Mín	45,5	47	46
	Max	98	84	86
Altura	Média	1,68	1,65	1,64
	Mediana	1,68	1,62	1,63
	D.Padrão	0,09	0,10	0,69
	Mín	1,51	1,52	1,53
	Max	1,94	1,90	1,79
Prática de Desporto	Sim	14 (53,8%)	19 (76,0%)	19 (79,2%)
	Não	12 (46,2%)	6 (24,0%)	5 (20,8%)

## 5.2 - Homogeneidade entre os grupos face às variáveis de caracterização

Procedeu-se a uma análise de comparação entre os grupos, face às principais variáveis de caracterização.

As análises efectuadas (Anexo I, Quadro 11) permitiram concluir que os três grupos são semelhantes quanto à repartição dos seus elementos por sexo, pela prática de desporto, pela média do peso e da altura. São também semelhantes quanto à classe etária (Quadro 4), não o sendo face à média da idade.

**Quadro 4- Características da Amostra quanto à classe etária por grupo**

Grupo	<20 anos	20-30 anos	>30 anos	TOTAL
GC	7	18	1	26
GIRE-VC	8	17	0	25
GIRE-VE	5	16	3	24

---

A análise do Quadro 3 permite-nos confirmar que não há discrepâncias etárias entre os grupos de idade, menos de 20 anos, de 20 a 30 anos e mais de 30 anos, podendo estes ser considerados homogêneos entre si quanto a esta variável ( $X_4^2=4,012$ ; Sig> 0,05).

### 5.3 - Caracterização dos grupos face às variáveis de performance muscular

Quanto à performance muscular, a análise da contracção, medida pelo **aumento da espessura entre o repouso e a contracção**, foi feita a partir de um ponto basal de comparação (*baseline*), determinando-se a média dos repouso para cada um dos músculos: as variáveis **Baseline de repouso do TrA** (média dos diferentes valores de repouso do TrA) e **Baseline de repouso do OI** (média dos diferentes valores de repouso do OI), cuja expressão nos diferentes grupos pode ser consultada no Quadro 5.

De seguida, determinou-se a **média da diferença da contracção para o TrA e para o OI**, pelo cálculo da média das diferenças de espessura entre cada contracção e a *Baseline* de repouso. Este procedimento foi efectuado para análise das tarefas antes e depois da intervenção.

#### **Características das variáveis de performance muscular antes da intervenção**

Da análise das características das variáveis antes da intervenção (Quadro 5) podemos verificar que a **Baseline de repouso do TrA** teve valores médios entre 4,91mm ( $\pm 0,79$ ) e 5,98 mm ( $\pm 1,30$ ). A **Baseline de repouso do OI**, teve valores médios entre 8,22mm ( $\pm 2,20$ ) e 10,21 mm ( $\pm 2,24$ ). Estes dados são o ponto basal de comparação para o cálculo da diferença que pretendemos estudar.

A **Média da Diferença da Contracção do TrA** antes da intervenção oscilou entre 1,94 mm ( $\pm 0,88$ ) e 2,40 mm ( $\pm 1,21$ ), e a **Média da Diferença da Contracção do OI** antes da intervenção oscilou entre 0,94 mm ( $\pm 0,76$ ) e 1,37 mm ( $\pm 1,53$ ).

A **Média dos deslizamentos do TrA** antes da intervenção oscilou entre 3,06 mm ( $\pm 2,92$ ) e 4,98 mm ( $\pm 2,88$ ) nos grupos experimentais sendo de 6,32 mm ( $\pm 5,08$ ) no GC. Neste grupo a dispersão de resultados foi elevada, com um valor mínimo negativo de -0,50 mm e máximo

16,87 mm, enquanto que nos grupos experimentais esta dispersão foi entre 0,0 mm e 9,37 mm ou 9,87 mm. Os valores negativos correspondem a um deslizamento da fásia de inserção do TrA no sentido de aproximação da linha média em vez de afastamento.

**Quadro 5 - Características das variáveis Contracção e Deslizamento antes da intervenção**

Variável	Estatística	GC	GIRE-VC	GIRE-VE
Baseline repouso TrA	Média	5,98	5,00	4,91
	Mediana	5,95	4,85	4,75
	D.Padrão	1,30	0,94	0,79
	Min	4,02	3,58	3,77
	Max	8,60	7,48	7,02
Média Diferença Contracção TrA antes	Média	<b>2,08</b>	<b>1,94</b>	<b>2,40</b>
	Mediana	1,75	1,86	2,32
	D.Padrão	1,42	0,88	1,21
	Min	0,22	0,25	0,22
	Max	4,95	3,42	5,27
Baseline repouso OI	Média	10,21	8,22	8,32
	Mediana	9,96	7,71	8,07
	D.Padrão	2,24	2,20	2,31
	Min	6,80	5,60	5,40
	Max	14,80	13,4	15,35
Média Diferença Contracção OI antes	Média	<b>1,34</b>	<b>0,94</b>	<b>1,37*</b>
	Mediana	1,11	0,88	0,98
	D.Padrão	1,22	0,76	1,53
	Min	-0,50	-1,80	-1,20
	Max	3,98	2,73	5,77
Média dos Deslizamentos TrA antes	Média	<b>6,32**</b>	<b>3,06***</b>	<b>4,98</b>
	Mediana	6,18	3,07	4,68
	D.Padrão	5,08	2,92	2,88
	Min	<b>- 0,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
	Max	<b>16,87</b>	<b>9,37</b>	<b>9,87</b>

\* $p=0,019$ , \*\* $p=0,018$ ; \*\*\* $p=0,009$  ver Anexo II Quadros 12, 13, 14 e 15

### Características das variáveis de performance muscular depois da intervenção

Da análise das características das variáveis depois da intervenção (Quadro 6) é possível verificar que a **Média da Diferença da Contracção do TrA depois** oscilou entre 2,31 mm ( $\pm 1,50$ ) e 3,29 mm ( $\pm 1,16$ ), e a **Média da Diferença da Contracção do OI depois** oscilou entre 1,20 mm ( $\pm 1,34$ ) e 1,54 mm ( $\pm 1,68$ ).

A **Média dos deslizamentos do TrA** oscilou entre 2,63 mm ( $\pm 3,20$ ) e 5,72 mm ( $\pm 4,54$ ). O

deslizamento do TrA oscilou entre valores mínimos negativos de -4,03 mm no GC e de -0,70 mm no GIRE-VE, sendo nulo no GIRE-VC. O cálculo do deslizamento efectivo tendo em conta os valores máximos e mínimos de cada grupo corresponde a 17,30 mm para o GC, 10,77 mm no GIRE-VC; e 12,23 mm no GIRE-VE.

**Quadro 6 - Características das variáveis Contração e Deslizamento depois da intervenção**

Variável em análise	Estatística	Grupo de Controlo	GIRE-VC	GIRE-VE
Média Diferença Contração TrA depois	Média	<b>2,31</b>	<b>2,78</b>	<b>3,29</b>
	Mediana	2,45	2,65	3,30
	D.Padrão	1,50	1,36	1,16
	Min	-0,27	0,32	1,45
	Max	5,30	5,25	5,63
Média Diferença Contração OI depois	Média	<b>1,47</b>	<b>1,20*</b>	<b>1,54**</b>
	Mediana	1,40	1,01	0,91
	D.Padrão	1,54	1,34	1,68
	Min	- 0,88	- 0,65	- 0,10
	Max	4,72	4,38	6,13
Média dos Deslizamentos TrA Depois	Média	<b>5,72</b>	<b>2,63 ***</b>	<b>5,24</b>
	Mediana	6,60	1,30	5,00
	D,Padrão	4,54	3,20	3,43
	Min	<b>- 4,03</b>	<b>0</b>	<b>- 0,70</b>
	Max	<b>13,27</b>	<b>10,77</b>	<b>11,53</b>

\* $p = 0,008$ ; \*\* $p = 0,001$ ; \*\*\* $p < 0,0001$ . Ver Anexo III Quadros 16,17,18 e 19

#### 5.4 - Comparação entre os dois momentos de avaliação em cada grupo

A comparabilidade das três variáveis compostas de performance muscular (Contração TrA, Contração OI, e Deslizamento TrA) e sua expressão nos três grupos (GC, GIRE-VC, GIRE-VE) foi analisada mediante diversos testes estatísticos de aplicação sucessiva, **tendo-se verificado os pressupostos de normalidade das variáveis e de igualdade entre as variâncias**. Esta análise estatística detalhada, pode ser consultada nos Anexo II – Comparação dos grupos no momento antes da IRE e Anexo III – Comparação dos grupos no momento depois da IRE.

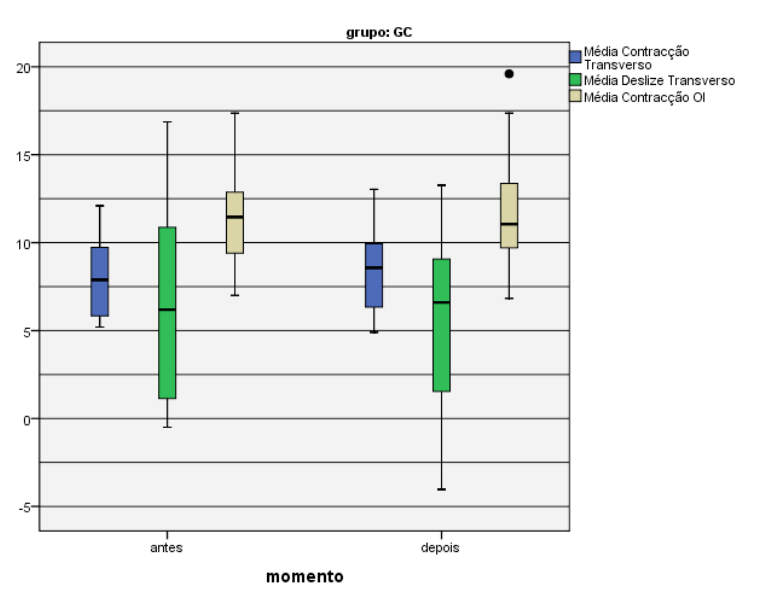
# GRUPO DE CONTROLO

Ao analisar o grupo de controlo, nos dois momentos de avaliação, verificamos que nenhuma das variáveis de performance muscular é significativamente diferente, Quadro 7, Gráfico 1.

Quadro 7- Performance Muscular do Grupo de Controlo (GC)

VARIÁVEL		Mínimo	Máximo	Media ( $\pm dp$ )	Diferença Médias	Valor <i>p</i>
<b>Contração TrA</b>	Antes	5,20	12,10	2,08 ( $\pm 1,42$ )	0,23	<i>P</i> =0,198
	Depois	4,90	13,00	2,31 ( $\pm 1,50$ )		
<b>Deslizamento TrA</b>	Antes	- 0,50	16,87	6,32 ( $\pm 5,075$ )	- 0,60	<i>P</i> = 0,347
	Depois	- 4,03	13,27	5,72 ( $\pm 4,543$ )		
<b>Contração OI</b>	Antes	-0,50	3,98	1,34 ( $\pm 1,223$ )	0,13	<i>P</i> =0,523
	Depois	- 0,88	4,72	1,47 ( $\pm 1,543$ )		

Gráfico 1- Variáveis de performance muscular no Grupo de Controlo (GC).



Valores apresentados em mm. Círculo preto – outlier moderado

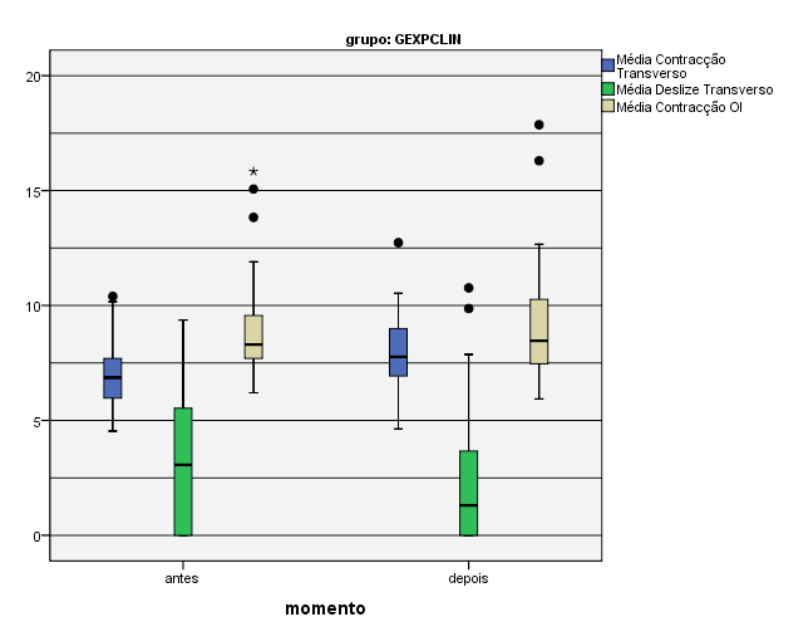
## GRUPO DE INFORMAÇÃO DE RETORNO EXTRÍNSECA – VERBAL CLÍNICA

Ao analisar o GIRE-VC, nos dois momentos antes e depois da intervenção de IRE, verificamos que das variáveis de performance muscular apenas é significativamente diferente a contracção do TrA ( $p=0,000$ ) para uma diferença de contracção de 0,84 mm, Quadro 8, Gráfico 2.

Quadro 8 - Performance Muscular do GIRE-VC

VARIÁVEIS		Mínimo	Máximo	Media ( $\pm dp$ )	Diferença Médias	Valor $p$
<b>Contracção TrA</b>	Antes	4,50	10,40	1,94 ( $\pm 0,88$ )	0,84	$P=0,000$
	Depois	4,63	12,70	2,78 ( $\pm 1,36$ )		
<b>Deslizamento TrA</b>	Antes	0,00	9,37	3,06 ( $\pm 2,916$ )	- 0,43	$P=0,692$
	Depois	0,00	10,77	2,63 ( $\pm 3,200$ )		
<b>Contracção OI</b>	Antes	-1,80	2,73	0,94 ( $\pm 0,756$ )	0,26	$P=0,188$
	Depois	- 0,65	4,38	1,20 ( $\pm 1,336$ )		

Gráfico 2 - Variáveis de performance muscular no GIRE-VC.



GEXPLIN = GIRE-VC. Valores apresentados em mm. Círculo preto – outlier moderado; \* outlier severo

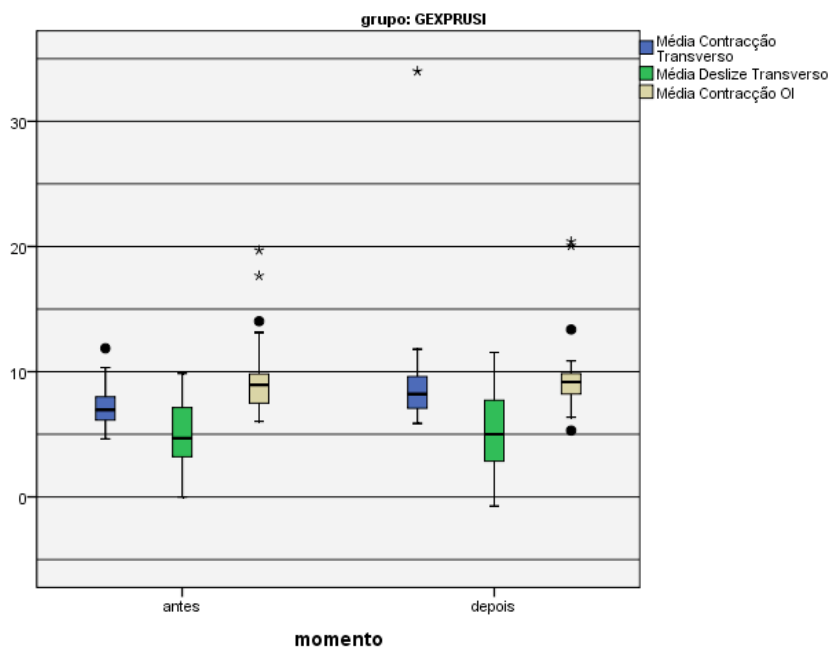
## GRUPO DE INFORMAÇÃO DE RETORNO EXTRÍNSECA – VISUAL ECOGRÁFICA

Ao analisar o GIRE-VE, nos dois momentos antes e depois da intervenção de IRE, verificamos que das variáveis de performance muscular apenas é significativamente diferente a contracção do TrA ( $p=0,000$ ) para uma diferença de contracção de 1,95 mm, Quadro 9, Gráfico 3.

**Quadro 9 - Performance Muscular do GIRE-VE**

VARIÁVEIS		Mínimo	Máximo	Media ( $\pm dp$ )	Diferença Médias	Valor $p$
<b>Contracção TrA</b>	Antes	4,63	11,87	2,40 ( $\pm 1,21$ )	1,95	<b><math>P=0,000</math></b>
	Depois	5,87	34,00	3,29 ( $\pm 1,16$ )		
<b>Deslizamento TrA</b>	Antes	0,00	9,87	4,98 ( $\pm 2,877$ )	0,26	$P=0,640$
	Depois	- 0,70	11,53	5,24 ( $\pm 3,430$ )		
<b>Contracção OI</b>	Antes	-1,20	5,77	1,37 ( $\pm 1,528$ )	0,17	$P=0,561$
	Depois	- 0,10	6,13	1,54 ( $\pm 1,627$ )		

**Gráfico 3 - Variáveis de performance muscular do GIRE-VE**



GEXPRUSI = GIRE-VE Valores apresentados em mm. Círculo preto – outlier moderado \* outlier severo



---

### 5.5 - Comparação do Resultado da Intervenção entre os grupos

A análise do resultado da intervenção é representada pela diferença das variáveis de performance muscular antes e depois de ser dada IRE, nomeadamente a contracção (aumento da espessura) dos músculos em estudo e o deslizamento do TrA, Quadro 10.

**Quadro 10 - Resultados por Grupo: Diferença de médias das variáveis de performance muscular**

	TrA Contracção Diferença	TrA Deslizamento Diferença	OI Contracção Diferença
GC	0,23	-0,60	0,13
GIRE-VC	0,84	-0,43	0,26
GIRE- VE	1,95	0,26	0,17

O deslizamento negativo significa um movimento de aproximação da fáscia do TrA da linha média do corpo. O valor positivo corresponde a um afastamento da linha média.

Ao compararmos as variáveis de performance muscular entre os dois momentos, grupo a grupo, Anexo IV- Quadro 21, podemos concluir que:

Em relação à **contracção do Transverso do Abdómen** verificou-se que:

- GIRE-VE = 1,95 mm vs GC = 0,23 mm ( $p = 0,056$ )
- GIRE-VE = 1,95 mm vs GIRE-VC = 0,84 mm ( $p = 0,152$ )
- GIRE-VC = 0,84 mm vs GC = 0,23 mm ( $p = 0,630$ )

Em relação ao **deslizamento do Transverso do Abdómen** verificou-se (Anexo IV- Quadro 22) que:

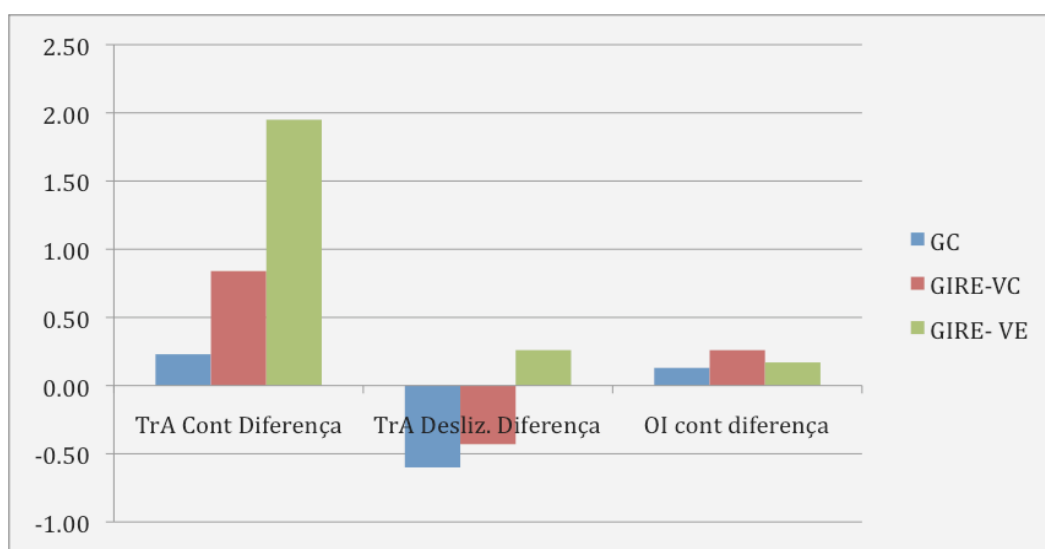
- GIRE-VE = 0,26 mm vs GC = -0,60 mm ( $p = 0,627$ )
- GIRE-VE = 0,26 mm vs GIRE-VC = -0,43 mm ( $p = 0,746$ )
- GIRE-VC = -0,43 mm vs GC = -0,60 mm ( $p = 0,981$ )

Em relação à **contração do Oblíquo Interno** verificou-se que não existem diferenças entre grupos, com ou sem IRE (Anexo IV- Quadro 23). A performance deste músculo foi semelhante entre os grupos. Verificou-se que:

- GIRE-VE = 0,17 mm vs GC = 0,13 mm ( $p = 0,991$ )
- GIRE-VE = 0,17 mm vs GIRE-VC = 0,26 mm ( $p = 0,966$ )
- GIRE-VC = 0,26 mm vs GC = 0,13 mm ( $p = 0,923$ )

Como podemos verificar no gráfico 4, apenas existem diferenças próximas da significância para a variável Contração do TrA entre os grupos em estudo.

**Gráfico 4 - Resultados por Grupo: Diferença de médias das variáveis de performance**



**Para o TrA Contração:** GC 0,23, N/s; **GIRE-VC 0,84  $p=0,000$ ; GIRE-VE 1,95  $p=0,000$**  ; GIRE-VE>GC  $p=0,056$  ; **Para TrA Deslizamento:**GC -0,60; GIRE-VC -0,43; GIRE-VE 0,26. N/s as diferenças entre grupos; **Para OI contração:** GC 0,13; GIRE- VC 0,26; GIRE-VE 0,17 N/s as diferenças entre grupos. N/s – Não significativas

No grupo de controlo houve um aumento de 37% na espessura do TrA. No grupo em que a informação foi verbal houve um aumento de 56% e no grupo com informação visual por ecografia de 67%.

---

## DISCUSSÃO

Com o presente estudo clínico aleatorizado, efectuámos uma avaliação da **efectividade da ecografia como informação de retorno extrínseca na performance do músculo transverso do abdómen** em sujeitos saudáveis. A metodologia utilizada, desenvolvida por autores de outras nacionalidades e em amostras provenientes de outras populações (Henry & Westervelt, 2005; Hides et al., 2006; Jhong-Lin et al., 2010; Teyhen et al., 2005; Whittaker et al., 2009), permitiu-nos caracterizar a amostra estudada, sob o ponto de vista demográfico e de saúde; medir a performance da musculatura abdominal, através da espessura dos músculos transverso do abdómen e oblíquo interno (OI), e do deslizamento do TrA em repouso e em contracção. De modo a podermos identificar os contributos relativos a cada tipo de Informação de Retorno Extrínseca (IRE), analisámos as diferenças na performance da musculatura abdominal entre a Informação Retorno Extrínseca Visual Ecográfica (IRE-VE) e a IRE Verbal Clínica (IRE-VC), ficando assim cumprido o principal objectivo do trabalho.

Segundo Glover, (2004), após ser planeado um movimento (*feedforward*) é enviada para o lobo parietal e para o cerebelo uma cópia eferente desse plano (programa motor) que representa um projecto da acção a desenvolver. Quando se inicia a acção ela é comparada com esse plano através de informação visual e proprioceptiva e se necessário o movimento é corrigido enquanto ocorre (*feedback* intrínseco). De acordo com esta assunção foi dada informação aos sujeitos no sentido de eles melhor planearem a sua “cópia eferente” ao mesmo tempo que foi facilitada uma estratégia de IRE, para que a comparação e correcção não dependesse exclusivamente da informação proprioceptiva dos sujeitos.

Medir a performance da musculatura abdominal é um indicador fisiológico do funcionamento dos músculos implicados, pois permite observar as alterações da sua morfologia ao contraírem-se. Uma boa performance do TrA é uma tarefa de “*tonicidade*” muscular, importante para a manutenção da postura e estabilidade da coluna lombar.

De acordo com o conceito de estabilidade dinâmica espera-se que a musculatura local, neste caso o TrA, seja responsável pelo aumento da “*tonicidade*” segmentar, diminuindo o movimento excessivo entre segmentos, com consequente controlo de cargas baixas. Os músculos não devem modificar significativamente o seu comprimento durante a sua activação,

---

nem contribuir para a amplitude de movimento, mas devem manter a sua actividade durante toda a amplitude (Comerford & Mottran, 2001). A actividade destes músculos deve ser maior previamente ao movimento ou realização de carga. De acordo com este pressuposto, espera-se que o TrA aumente a sua “*tonicidade*” através de um aumento da sua espessura, com pouco deslizamento lateral.

Quanto à **amostra estudada** (Quadro 3 e 4), a selecção dos sujeitos deveu-se ao facto de querermos avaliar as diferenças de performance muscular em sujeitos saudáveis e com características homogéneas do ponto de vista demográfico e de saúde. Foi possível proceder à recolha dos dados nas instalações da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal, uma vez que os sujeitos que integraram o estudo são alunos do curso de Fisioterapia dessa escola. O facto da recolha de dados ter decorrido em período lectivo, proporcionou que os procedimentos a ter com a amostra ocorressem de um modo aleatório, na medida em que coube aos sujeitos a escolha do respectivo dia, e assim do grupo experimental em que seriam alocados. Não obstante este aspecto positivo, isso obrigou a uma replicação de procedimentos explicativos em cada um dos dias, tornando a recolha muito morosa. O facto de termos avaliado a maioria dos estudantes do curso de Fisioterapia da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal (67%), sugere-nos que a dimensão da amostra foi adequada para os objectivos do estudo. Esta afirmação está de acordo com o facto de Henry & Westervelt, (2005) terem feito um cálculo de potência da amostra concluindo que, num estudo desta natureza, 16 sujeitos por grupo são suficientes para cada grupo em análise. Quanto à caracterização da amostra estudada, verificou-se a normalidade entre os grupos, sendo que para a idade isso apenas se verificou em relação a faixas etárias, na latitude das décadas de 20 a 30 anos.

A questão que orientou o estudo, referente à efectividade da ecografia como estratégia de IRE na contracção e dissociação dos músculos TrA e OI, conduziu-nos à escolha da primeira fase da aprendizagem motora, a de consciencialização, o que direccionou a selecção da **tarefa em estudo** – a *Manobra do Transverso*.

A importância desta tarefa advém de ser a aconselhada como a primeira a ser ensinada aos utentes que padecem de dor lombar, quando optamos por um procedimento terapêutico de reeducação da estabilidade dinâmica (Henry & Westervelt, 2005). Tem também a vantagem de

---

ser utilizada em programas de prevenção de recorrências de dor lombar (Hides et al., 1996; Hodges & Richardson, 1997), assim como pensamos que valeria a pena incluir esta noção na promoção da saúde.

O potencial de um músculo da parede abdominal alterar a sua forma está dependente da actividade dos músculos adjacentes, da interacção entre as finas interfaces dos músculos abdominais (Teyhen et al., 2008). Teoricamente, o aumento da espessura do OI com a sua activação pode comprimir e tornar menos espessos os músculos adjacentes. A alteração da espessura dos músculos abdominais pode depender das modificações passivas do comprimento dos mesmos, por exemplo, se o perímetro abdominal aumentar os músculos surgirão menos espessos sem ter havido qualquer alteração da sua actividade (Teyhen et al., 2007). Por este motivo, as alterações na espessura do TrA que melhor reflectem a sua actividade são as provenientes de uma activação durante uma tarefa que exija encurtamento do músculo, com activação mínima dos músculos adjacentes, como é o caso da tarefa pedida neste estudo, a sua contracção isométrica.

Durante a tarefa de contrair isometricamente os abdominais, Springer *et al.*, (2006) consideraram que a activação do TrA representava 22% da espessura da parede abdominal em repouso e 34% em contracção. Ainda, Teyhen *et al.*, (2005) referem que o TrA duplicava a sua espessura enquanto os valores da espessura dos outros músculos da parede abdominal permaneciam sensivelmente inalterados nos sujeitos considerados capazes de executar essa tarefa. Em contraste, nos sujeitos sem essa capacidade de execução da contracção adequada, as características são uma activação generalizada dos músculos mais superficiais. No presente estudo encontramos um aumento de 67% na espessura do TrA, ao contrair com IRE-VE, por comparação com a ausência de IRE.

Para que tudo isto seja possível, é necessária a tomada de consciência da dissociação entre os músculos TrA e OI. Neste contexto, não será indiferente o tipo de IRE que se fornece e que deverá ser adaptado às particularidades de cada indivíduo, como forma de melhorar a compreensão da relação entre o controlo motor e a função (Teyhen, 2011)

Dos dois tipos de **Informação de Retorno Extrínseca (IRE)** estudada, interessou-nos aprofundar as potencialidades do **visual ecográfico**. Além de constituir variável independente, foi avaliada através do próprio instrumento que a fornece, o ecógrafo. Utilizado

---

na recolha dos dados para posterior mensuração das variáveis dependentes, serviu dois objectivos: veicular a IRE e gravar os seus resultados (Whittaker et al., 2007). Neste estudo optou-se por um ecógrafo com um transdutor linear com uma frequência de 7,5 MHz, porque, para além de se obter uma imagem mais nítida, foi a utilizada por (Ainscough-Potts et al., 2006; Henry & Westervelt, 2005).

A potencialidade da utilização da ecografia na monitorização da performance dos músculos abdominais é uma realidade ainda pouco explorada, tanto a nível da investigação como na clínica. São factores francamente favoráveis o facto de permitir obter-se informação em tempo real, não ser invasivo, ser de fácil utilização e ter um custo moderado. Estes aspectos tornam-se mais marcantes quando comparados com outros meios complementares de diagnóstico que podem fornecer informação desta natureza, como a ressonância magnética e a electromiografia.

A utilização da ecografia com estes objectivos, apresenta contudo algumas limitações relacionadas com a medição da espessura dos músculos TrA e OI, pois quando são medidas as características arquitectónicas de um músculo (comprimento, largura, volume ou área de secção) é difícil marcar um ponto exacto ao longo do seu comprimento, para ser utilizado como referência em todas as imagens ecográficas, em diferentes períodos de tempo. A determinação do ponto de referência irá depender da estrutura do músculo a medir. É importante ter em conta que todos os sujeitos apresentam estruturas anatómicas diferentes, e o local de medição estandardizado poderá não corresponder ao mesmo ponto entre sujeitos. Outra dificuldade apresentada na medição do músculo TrA é a identificação das margens superior e inferior do mesmo, que se situam entre os bordos da fascia correspondente (Whittaker, 2007).

Para que do tempo real se tire benefício para monitorização longitudinal, utilizámos uma metodologia de congelamento de imagens, que requer condicionalismos próprios em relação ao momento da sua fixação, nomeadamente o momento do ciclo respiratório, a imobilização do transdutor e a coordenação entre as tarefas do indivíduo e do observador. Quanto a este último, a aprendizagem desta metodologia requereu um período a isso dedicado, cujo aproveitamento foi validado por um perito profissional de imagiologia, chefe de serviço de um

---

Hospital Central de Lisboa. Esta experiência sugere a possibilidade real de treino de fisioterapeutas nesta técnica para aplicação clínica, eventualmente como trabalho de equipa.

Validámos a metodologia utilizada através de um **estudo piloto**, que nos guiou por um conjunto de procedimentos tanto de recolha de imagens, como da sua codificação e medição das variáveis (Anexo V), permitindo aferir a reprodutibilidade metodológica na medição dos músculos abdominais (Hides, Miokovic, *et al.*, 2007). Este estudo piloto teve como resultado um excelente coeficiente de correlação intraclass, no valor de 0,998 (Anexo V, Quadro 24). A possibilidade de se chegar a este resultado no estudo piloto num curto espaço de tempo, permitiu verificar que uma pequena curva de aprendizagem possibilita uma forma fidedigna de medir, admitindo ser viável a utilização da ecografia na prática clínica. A reprodutibilidade é extremamente importante nesse contexto, onde se espera que os fisioterapeutas realizem uma avaliação imediata da performance muscular dos seus utentes e lhes dêem informação de retorno acerca da mesma, em tempo útil. Ao recorrer à ecografia interpretando adequadamente a imagem, é possível desempenhar melhor este procedimento terapêutico, tornando o ecógrafo um instrumento facilitador da intervenção.

Em investigação é importante estabelecer a fidedignidade intra observador das medições da espessura e deslizamento dos músculos nas imagens da parede abdominal em repouso e em contracção, gravadas por ecografia (Jhong-Lin et al., 2010), uma vez que essa medição necessita de ser feita no mesmo local, nas várias repetições da tarefa em cada sujeito. A elevada fidedignidade obtida, na medição da espessura dos músculos, significa uma boa capacidade de sistematização e repetição de procedimentos, para além de uma interpretação correcta da imagem (Hides, Miokovic, et al., 2007; Jhong-Lin et al., 2010).

Relativamente ao **tratamento dos dados**, quanto à **homogeneidade entre os grupos face às variáveis de caracterização** (Anexo I, Quadro 11), procedeu-se a uma análise de comparação entre os grupos, com o objectivo de garantir que eventuais diferenças detectadas na análise dos resultados deste trabalho fossem relacionadas com a informação de retorno, e não com dissimilaridades entre os grupos de sujeitos.

Quanto às variáveis de performance, uma vez que o estudo compara amostras independentes inferiores a 30 sujeitos, procedeu-se à realização de **testes que garantissem os pressupostos para a sua continuidade**. **A comparabilidade das três variáveis compostas de**

---

**performance** (Contração TrA, Contração OI, e Deslizamento TrA) e sua expressão nos três grupos (GC, GIRE-VC, GIRE-VE) foi analisada mediante diversos testes estatísticos de aplicação sucessiva, tendo-se verificado os pressupostos de normalidade das variáveis e de igualdade entre as variâncias. Esta análise estatística detalhada, por ser extensa e de natureza complementar aos objectivos do estudo foi remetida para Anexos ao corpo da tese. (Anexo II – Comparação dos grupos no momento antes da IRE (Quadros 12, 13, 14, 15 e 16) e Anexo III – Comparação dos grupos no momento depois da IRE, (Quadros 17, 18, 19 e 20)).

Tendo em conta a efectividade da IRE, **organizámos a discussão dos resultados de acordo com os objectivos e hipóteses consideradas.** Assim, ao compararmos os resultados obtidos na globalidade, encontramos diferenças entre antes e depois das intervenções, significando que podemos rejeitar a hipótese de não haver qualquer efeito na utilização de IRE (nem visual-VE nem verbal clínica-VC) na performance dos músculos abdominais profundos (TrA, OI) no exercício de baixa carga seleccionado. **Os dados demonstram que há efeito em fornecer IRE.**

Ao **compararmos os dois momentos de avaliação**, em cada grupo, podemos observar que apenas nos grupos de intervenção se observaram diferenças francamente significativas. Esses resultados foram visíveis na contração do músculo TrA ( $p=0,000$ ), o que corresponde à percepção do observador após a recolha do conjunto dos dados. Assim sendo é reforçada a relevância de dar IRE na performance da musculatura abdominal.

Ao **compararmos os grupos entre si** podemos observar que o aumento da “*tonicidade*” ou “*stiffness*” do TrA corresponde ao aumento da sua espessura com algum deslizamento, eventualmente relacionado com uma melhoria da estabilidade dinâmica. Podemos dizer que no grupo sem intervenção houve pouco aumento de espessura do TrA, 37%; no grupo em que a informação foi verbal houve um aumento de 56% e no grupo com informação visual por ecografia de 67%. Podemos pensar que a IRE visual é melhor em 30% que a sua ausência (GC) na performance muscular do TrA, e que a verbal é em 19%. Quando comparamos as duas IRE visual e verbal encontramos 11% melhores performances musculares na visual. Apenas nos grupos de intervenção houve valores cuja diferença foi próxima da significância, somente no que respeita à contração do TrA por comparação com



---

o grupo de controlo. No grupo GIRE-VE, a performance do TrA foi tendencialmente superior à do Grupo de Controlo ( $p = 0,056$ ).

Consideramos ser provável que, numa amostra com maior número de sujeitos por grupo, esta tendência se acentuasse, revelando diferenças significativas. Assim sendo, é reforçada a relevância de dar IRE visual ecográfico na performance do TrA.

A IRE-VE obteve valores tendencialmente melhores que a IRE-VC, ou seja reforçar verbalmente a tarefa estudada, tem efeito na performance do TrA, mas com reforço visual por ecografia esse efeito parece ser mais elevado.

Estes achados realçam dois factos: a importância da IRE na performance dos músculos abdominais, e na sua consciencialização dos músculos abdominais profundos através da dissociação entre o TrA e o OI. Essa consciencialização foi melhor nos sujeitos que tiveram IRE-VE, tornando a visualização um aspecto muito interessante de ser considerado na clínica.

**Relativamente à contracção do TrA**, o estudo demonstrou diferenças significativas depois da intervenção ( $p=0,000$ ), por comparação com o momento antes, nos grupos de IRE, com médias de contracção do TrA aparentemente maiores no GIRE-VE.

Dado que os grupos eram homogéneos à partida e que o grupo de controlo manteve a sua performance inalterada, os dados contribuem para afirmar que o resultado obtido na performance do músculo TrA nos grupos experimentais, pode ter sido devido à informação de retorno.

**Relativamente ao deslizamento do TrA** não foram encontradas diferenças significativas antes e depois da intervenção, sugerindo que esta não provocou alteração no comportamento longitudinal do músculo. Tendo-se verificado que o deslizamento do TrA manifestou grande variabilidade entre os sujeitos, em qualquer dos grupos a que pertenciam, (Quadros 7, 8 e 9), interpretamos este facto como sendo independente da dimensão da amostra.

O deslizamento do TrA é a variável que maior dispersão tem (-4,03/13,27) (Quadro 7), chegando a variar no sentido oposto ao esperado, ou seja com um movimento de aproximação da linha média do corpo, em vez de afastamento. Este facto conduz-nos a uma reflexão sobre a forma como a imagem é interpretada pelos sujeitos, o seu comportamento motor e a estratégia antecipada.

---

Tsao & Hodges, (2007) referem que o treino isolado da activação muscular do TrA leva a alterações nas estratégias posturais do comando motor escolhido anteriormente ao início da execução da actividade (*feedforward*) e que a magnitude do efeito é dependente do tipo e qualidade do treino. Se pensarmos que neste estudo, o treino foi idêntico e homogéneo para todos os grupos, e visto que as intervenções não provocaram efeito no deslizamento do TrA, então os dados sugerem que a dispersão dos resultados para esta variável se pode dever às diferenças no controlo motor e estratégias antecipadas na aprendizagem de cada indivíduo. Assim, os sujeitos com um passado motor (memória) da tarefa pedida no estudo, terão tido maior facilidade na sua performance do que aqueles que a estavam a experimentar pela primeira vez (Godinho, 2007).

Desta forma os sujeitos foram influenciados não só pela sua interpretação da IRE visual, como também pela sua capacidade motora de dissociação do músculo TrA e oblíquo interno, o que pode ter a ver com aprendizagem, de índole académica, que possam ter retido.

Relacionamos este comportamento de variabilidade, com a actividade dos músculos supra-jacentes recto anterior e OI.

Quando a contracção do recto anterior é preferencial, este comprime os músculos mais profundos empurrando lateralmente o TrA levando a um grande aumento do seu deslizamento no sentido externo com um aumento da respectiva espessura. Quando a contracção do OI é preferencial, leva a uma diminuição da espessura com aumento do comprimento do TrA, aspecto que se manifesta pelo deslocamento longitudinal em sentido de aproximação da linha média do corpo (Henry & Westervelt, 2005).

Estes achados, visíveis pelas imagens em tempo real, podem explicar a grande dispersão de dados relativamente ao deslizamento do TrA. Tsao & Hodges, (2007) estudaram ainda os efeitos a longo prazo do treino de controlo postural, e sua retenção, concluindo que existem melhorias (ganhos adquiridos) na activação de *feedforward* com o treino de contracções isoladas, mas que só existe retenção após quatro semanas de treino específico; ou seja a verdadeira aprendizagem, requer tempo de treino para poder ocorrer. Este é o motivo pelo qual, no presente estudo nada podemos concluir quanto à influência da IRE na aprendizagem. Apenas podemos falar de performance, pois se por um lado não mediou tempo suficiente para que ocorresse aprendizagem, por outro não foi realizado qualquer teste de retenção. Assim,

---

reflectindo este aspecto, pensamos que as melhorias encontradas nos resultados se ficaram a dever ao efeito do reforço dado aos sujeitos, associado ao respectivo controlo motor e estratégia antecipada da tarefa de cada um.

**Relativamente à contracção do músculo OI**, os dados mostram que não houve diferenças em nenhum dos grupos, sugerindo que nenhuma das intervenções foi suficiente para as produzir, ou seja dar IRE-VE ou IRE-VC não afectou o comportamento do OI. Estes resultados podem ser considerados importantes na medida em que a pouca alteração da espessura do OI sugere melhor capacidade de isolar o TrA ou seja uma melhor performance da tarefa. Estes resultados são concordantes com os de Jhong-Lin *et al.*, (2010) e Richardson *et al.*, (2004) ao referirem que quando adultos saudáveis realizam a *Manobra do Transverso* demonstram uma alteração da espessura do TrA isolada por comparação com os outros músculos da parede abdominal.

**Os resultados obtidos** no presente trabalho foram **concordantes com estudos similares** de Henry & Westervelt, (2005), Teyhen *et al.*, (2005), Hides *et al.*, (2006), Teyhen *et al.*, (2007), Herbert *et al.*, (2009), Jhong-Lin *et al.*, (2010), Teyhen (2011). Estes autores referem que, quando sujeitos assintomáticos, executam a tarefa de contrair isometricamente os músculos da parede abdominal puxando-os cranialmente e em direcção à coluna vertebral (levar o umbigo na direcção das costas) há uma activação simétrica e preferencial do músculo TrA com uma actividade mínima dos músculos superficiais, podendo isso ser observável na ecografia através de um encurtamento longitudinal e aumento na espessura do músculo TrA.

É importante considerar que a alteração na forma de um músculo devido à sua activação é um fenómeno complexo, parecendo depender do seu encurtamento ou alongamento. Nas actividades que causam encurtamento da parede abdominal, os músculos parecem aumentar a sua espessura; naquelas que causam alongamento parecem diminui-la, independentemente do seu nível de actividade (Teyhen *et al.*, 2007), tornando critico considerar o tipo de actividade ao interpretar alterações morfológicas visualizadas por ecografia. No presente estudo a tarefa pedida foi uma contracção isométrica do TrA, eliminando a possibilidade do encurtamento ou alongamento da parede abdominal. O que aqui parece influenciar a actividade do TrA serão factores que se prendem com a estratégia motora dos sujeitos e com a informação de retorno fornecida ao activar os músculos em estudo, e não com o tipo actividade.

---

Neste estudo pretendemos verificar os achados de Henry & Westervelt, (2005), tentando eliminar os factores desviantes dos seus resultados, como sejam a exclusão inicial dos sujeitos que não atingiram a performance da tarefa, e o facto de haver mais do que uma IRE fornecida aos mesmos sujeitos, por tornar pouco claro a qual das duas se ficaram a dever os resultados. O objectivo do estudo de Henry & Westervelt, (2005), foi determinar se a IRE visual por ecografia associada à IRE verbal clínica facilitava a performance e a retenção na *Manobra do Transverso*, o objectivo do presente estudo foi verificar as diferenças entre as duas formas de IRE.

Já sabemos que a IRE visual acrescida à verbal clínica é efectiva (Henry & Westervelt, 2005). Sentimos necessidade de averiguar se separadamente também o são. Em primeiro lugar porque é importante esclarecer a que corresponde objectivamente a IRE verbal habitualmente fornecida aos utentes em termos de performance muscular do TrA e OI. Em segundo lugar porque necessitamos de perceber se a aprendizagem feita pelos sujeitos através da interpretação individual da imagem produz resultados positivos. Em terceiro lugar concluir qual das duas oferece melhores resultados.

A informação verbal resultou num aumento de 56% na espessura do TrA enquanto que na visual esse aumento foi de 67%. Ficamos deste modo a saber que a forma como na clínica facilitamos a tarefa escolhida, através de informação de retorno verbal é efectiva, sendo melhor ainda a interpretação que os sujeitos fazem da imagem dos seus músculos. Este achado releva a importância para a clínica de algum conhecimento sobre as estruturas anatómicas e da consciência do movimento na sua aprendizagem. Vem ao encontro de uma intuição clínica, de que melhor do que ouvir os outros, é ver por si.

No presente estudo não foram pré estabelecidos critérios para a performance da contracção ideal dos músculos abdominais por não haver consenso na comunidade científica a esse respeito, tendo sido aceite que o aumento na espessura dos músculos entre o seu estado de repouso e o de contraído, sugeria uma contracção (Jhong-Lin et al., 2010).

Finalmente, podemos referir que a aprendizagem motora da tarefa pode ser facilitada por IRE visual ecográfica fornecida por ecografia, conferindo ao sujeito e ao terapeuta o conhecimento da performance dos músculos (Teyhen et al., 2007). Sabemos que a ecografia é um instrumento adequado para IRE associada à IRE verbal clínica e palpatória, numa população

---

assintomática (Henry & Westervelt, 2005) e numa outra com dor lombar (Hides et al., 1996; Worth, Henry, & Bunn, 2007). O presente estudo é condizente com estes, sugerindo que a ecografia, quando utilizada isoladamente como IRE é facilitadora da performance do TrA .

Transportando o resultado deste estudo para a prática clínica, confirmamos o que temos vindo a sentir relativamente aos programas de (re) aprendizagem motora. O estudo reforça a importância de dar conhecimento aos utentes sobre os aspectos morfológicos e funcionais, sendo ainda mais efectivo fornecer informação visual que verbal. O ecógrafo, por ser um instrumento não invasivo, fácil de utilizar e que permite uma visualização em tempo real, serve este objectivo.

---

---

## CONCLUSÕES

De acordo com os objectivos do trabalho que nos propusemos efectuar, tendo em conta a caracterização metodológica que desenvolvemos e a perspectiva da sua aplicabilidade na prática clínica, realizámos o presente estudo numa amostra de sujeitos saudáveis. Deste modo, deu-se continuidade a outros estudos nomeadamente o de Henry & Westervelt, (2005), contribuindo para o esclarecimento da relação entre o comportamento dos músculos abdominais e a IRE visual e clínica numa tarefa de baixa carga, na fase de consciencialização da aprendizagem motora desses músculos. Foi possível analisar as diferenças entre dois tipos de IRE, visual e verbal, assim como a sua efectividade na dissociação entre os dois principais músculos abdominais profundos.

**Relativamente aos objectivos específicos deste estudo concluiu-se que:** 1) **os sujeitos do grupo experimental de IRE visual ecográfica tiveram melhor performance da tarefa** do que os de IRE verbal clínica e melhor ainda do que os do grupo de controlo; 2) **o uso da ecografia como instrumento de IRE, utilizado isoladamente é efectivo**, pois facilita a consistência da performance do TrA na tarefa de contrair isométricamente a parede abdominal, quando comparado com a IRE verbal clínica, fornecida habitualmente aos utentes em contexto de reaprendizagem motora; 3) Dar informação de retorno verbal clínica obteve igualmente bons resultados.

O uso da ecografia como IRE mostrou ser facilitador da performance do TrA na aprendizagem da tarefa da *Manobra do Transverso* em sujeitos saudáveis quando comparada com a IRE verbal e palpatória habitualmente utilizada na clínica com instrumento de ensino dessa tarefa.

Conclui-se igualmente que a ecografia é um instrumento efectivo, seguro e não invasivo para avaliar as características morfológicas e guiar a reabilitação muscular na prática da fisioterapia (Whittaker et al., 2007), assim como fidedigno e válido (Herbert et al., 2009) para músculos específicos.

Tendo em conta os inúmeros casos de disfunção lombar e pélvica (ex: dor lombar crónica), parece pertinente dar continuidade a estudos relacionados com este tema que abordem as

---

questões da reprogramação motora dos músculos em disfunção, nomeadamente comparar os efeitos dos vários tipos de IRE em sujeitos com dor lombar.

Seria igualmente pertinente verificar o comportamento destes músculos após um período de treino da sua reprogramação motora, para avaliação da retenção da aprendizagem da tarefa, e a melhoria das queixas.

Dentro da mesma linha de investigação seriam igualmente relevantes estudos sobre as modificações intrínsecas a nível do controlo motor desta tarefa, relacionadas como a IRE visual, e/ou ainda a sua influência sobre a estabilidade da coluna lombar.

Pensamos que os resultados deste estudo, ao contribuírem para o conhecimento do efeito de dar IRE visual e verbal na performance do TrA e OI, potenciam a prática clínica, permitindo aos fisioterapeutas optar por mais um procedimento facilitador da sua intervenção.



---

## BIBLIOGRAFIA

- Aguiar, P. (2007). *Guia Prático de Estatística em Investigação Epidemiológica: SPSS*: Climepsi.
- Ainscough-Potts, Morrissey, M. C., & Critchley, D. (2006). The response of the transverse abdominis and internal oblique muscles to different postures. *Man Ther*, 11(1), 54-60.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl*, 230, 1-54.
- Bunce, Hough, & Moore. (2004). Measurement of abdominal muscle thickness using M-mode ultrasound imaging during functional activities. *Man Ther*, 9, 41-44.
- Chipchase, L., Thoirs, K., & Jedrzejczak. (2009). The effectiveness of real time ultrasound as a biofeedback tool for muscle retraining - Systematic review. *Physical Therapy Reviews*, 14(2), 124-131.
- Comerford, M., & Mottran, S. (2001). Functional stability retraining: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Journal of bodywork and Movement Therapies*, 6, 3-14.
- Costa Black, K., Johannes, R., & Pransky, G. (2010). Back Pain and Work. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24, 227-240.
- Critchley, & Coutts. (2002). Abdominal muscle function in chronic low back pain patients. Measurement with real-time ultrasound scanning. *Physiotherapy*, 88(6), 322-332.
- Desmurget, & Grafton. (2000). Forward modeling allows feedback control for fast reaching movements. *Trends in Cognitive Science*, 4(11), 423-431.
- Domholdt, E. (2000). *Physical Therapy Research –Principles and Applications*, (2th edition ed.): Saunders Company.
- Ferreira, Ferreira, M. L., & Hodges, P. W. (2004). Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. *Spine (Phila Pa 1976)*, 29(22), 2560-2566.
- Ferreira, P., Ferreira, M., Maher, C., Herbert, R., & Refshauge, K. (2006 ). Specific stabilization exercise for spinal and pelvis pain: a systematic review. *Aust J Physiother*, 52(2), 79-88.
- Fitts, & Posner. (1967). *Learning and skilled performance in human performance*. Belmont CA: Brock-Cole.

- 
- Glover, S. (2004). Separate visual representations in the planning and control of action. *Behav Brain Sci*, 27(1), 3-24; discussion 24-78.
- Godinho, M. (2007). *Controlo Motor e Aprendizagem Fundamentos e Aplicações*: FMH.
- Henry, & Teyhen. (2007). Ultrasound imaging as a feedback tool in the rehabilitation of trunk muscle dysfunction for people with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37(10), 627-634.
- Henry, & Westervelt, K. (2005). The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*, 35, 338-345.
- Herbert, Givens Heiss, D., & Basso, M. (2008). Influence of Feedback Schedule in Motor Performance and Learning of a Lumbar Multifidus Muscle Task Using Rehabilitative Ultrasound Imaging: A Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*, 88(2), 261-269.
- Herbert, Koppenhaver, S., Parent, E., & Fritz, J. (2009). A systematic review of the Reliability of Rehabilitative Ultrasound Imaging for the Quantitative Assessment of the Abdominal and Lumbar Trunk Muscles. *Spine*, 34(11), 1-18.
- Hides, Jull, G., & Richardson, C. (2001). Long Term Effects of Specific Stabilizing Exercises for first episode low back pain. *Spine*, 26(11), 243-248.
- Hides, Miokovic, T., Belavy, D., Stanton, W., & Richardson, C. (2007). Ultrasound Imaging Assessment of Abdominal Muscle Function During Drawing in of The Abdominal Wall: An Intrarater Reliability Study. *JOSPT*, 37(8), 480-486.
- Hides, Richardson, C., & Jull, G. (1996). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine*, 21, 2763-2769.
- Hides, Richardson, C., & Jull, G. (1998). Use of real time imaging for feedback in rehabilitation. *Man Ther*, 3(3), 125-131.
- Hides, Richardson, C., Jull, G., & Davies, S. (1995). Ultrasound imaging in rehabilitation. *Aust J Physiother*, 41, 187-193.
- Hides, Wilson, S., & Stanton, W. (2006). An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during “drawing-in” of the abdominal wall. *Spine*, 31, 175-178.
- Hides, Wong, I., Wilson, S. J., Belavy, D. L., & Richardson, C. A. (2007). Assessment of abdominal muscle function during a simulated unilateral weight-bearing task using ultrasound imaging. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37(8), 467-471.
- Hodges. (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Manual Therapy*, 4(2), 74-86.
- Hodges, Eriksson, A. E., Shirley, D., & Gandevia, S. C. (2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J Biomech*, 38(9), 1873-1880.

---

Hodges, Kaigle Holm, A., & Holm, S. (2003). Inter-vertebral stiffness of the spine is increased by evoked contraction of transversus abdominis and the diaphragm: in vivo porcine studies. . *Spine*, 28, 2594-2601.

Hodges, Pengel, L., Herbert, R., & Gandevia, S. (2003). Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve*, 27(6), 682-692.

Hodges, & Richardson. (1997). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine (Phila Pa 1976)*, 21(22), 2640-2650.

Hungerford, B., Gilleard, W., & Hodges, P. (2003). Evidence of altered Lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacro iliac joint pain. *Spine*, 28.

Jhong-Lin, J., Huei-Ming, C., Mei-Hwa, J., Chung-Li, W., Yio-Wha, S., & Shwu-Fen, W. (2010). Reliability and Relationship Between 2 Measurements of Transversus Abdominis Dimension Taken During an Abdominal Drawing in Maneuver Using a Novel Approach of Ultrasound Imaging. *JOSPT*, 40(12), 826-832.

Macedo, Maher, C., Latimer, J., & McAuley, J. (2009). Motor control exercise for persistent, Nonspecific low back pain: A systematic review. *Physical Therapy*, 89(1), 9-25.

Matias, R., & Cruz , E. (2004). Estabilidade Dinâmica - Revisão da Literatura. *EssFisioOnline*, 1(1), 31-47.

May, S., Littlewood, C., & Bishop, A. (2006). Reliability of procedures used in physical examination of non specific low back pain: A sistematic review. . *Australian Journal of Physiotherapy*, 52, 91-102.

McGill, R. (2007). *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. Boston: McGraw- Hill.

O'Sullivan, P., Twomey, L., & Allison, G. (1997). Evaluation of specific stabilization exercise in the treatment of chronic low back pain with radiological diagnosis of spondylolises and spondylolisthesis. *Spine*, 22, 2959-2967.

O'Sullivan, P., Twomey, L., & Allison, G. (1998). Altered abdominal muscle recruitment in patients with chronic back pain following a specific exercise intervention. *JOSPT*, 27, 114-124.

Panjabi, M. (1992). The Stabilizing System os the Spine. Part II. Neutral zone and stability hypothesis. *Journal of Spinal Disorders*, 5, 390-397.

Quint, U., Wilke, H., Shirazi-Adl, A., & Parniampour, M. (1998). Importance of the trunk Muscles for the stability of the Lumbar Spine. *Spine*, 23(18), 193-1945.

Richardson, Hodges, P., & Hides, J. (2004). *The therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain*. (2nd ed ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone.

---

Richardson, & Jull, G. (1995). Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? *Manual Therapy*, 1(1), 2-10.

Richardson, Jull, G., Hodges, P., & Hides, J. (1999). *Therapeutic Exercise For Spinal Segmental Stabilization in Low Back Painx*.

Rochenda, R., Leger, A., & Smith, D. (2006). Pilates-based Therapeutic Exercise: Effect on Subjects With Nonspecific Chronic Low Back Pain and Functional Disability: A Randomized Controlled Trial. *JOSPT*, 36(7), 472-484.

Sahrmann, A. (2002). *Diagnosis and treatment of Movement Impairment Syndromes*.: Mosby.

Schmidt, R. (1975). Psychological Review. *The America Psychological Association*, 82(4), 225-260.

Snijders, Vleeming, A., & Stoeckart, R. (1993). Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs. Part I - Biomechanics of self-bracing of the sacroiliac joints and its significance for treatment and exercise. *Clin Biomech*, 8, 285-294.

Springer, B., Mielcarek, B., Nesfield, T., & Teyhen, D. (2006). Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance. *JOSPT*, 36, 289-297.

Standford, M. (2002). Effectiveness of specific lumbar stabilization exercises: a single case study. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 10(1), 40-46.

Teyhen. (2011). Rehabilitative ultrasound imaging for assessment and treatment of musculoskeletal conditions. *Manual Therapy*, 16, 44-45.

Teyhen, Miltenberger, C. E., Deiters, H. M., Del Toro, Y. M., Pulliam, J. N., Childs, J. D., et al. (2005). The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 35(6), 346-355.

Teyhen, Norman, W., Gill, J., Whittaker, J., Sharon, M., Hides, J., et al. (2007). Rehabilitative Ultrasound Imaging of the Abdominal Muscles. *JOSPT*, 37(8), 450-466.

Teyhen, Rieger, J., Westrick, R., Miller, A., Molloy, J., & Childs, J. (2008). Changes in deep abdominal muscle thickness during common trunk-strengthening exercises using ultrasound imaging. *JOSPT*, 38(10), 596-605.

Tsao, & Hodges. (2007). Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. . *Experimental Brain Research* 181(4), 537-546.

Urquahart, D., Barker, P., Hodges, P., Story, I., & Briggs, C. (2005). Regional Morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. *Clinical Biomechanics*, 20, 233-241.

Van, Hides, J., & Richardson, C. (2006). The use of real-time ultrasound imaging for biofeedback of lumbar multifidus muscle contraction in healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36, 920-925.

---

Whittaker, J., Teyhen, D., Elliot, J., Cook, K., Langevin, H., Dahl, H., et al. (2007). Rehabilitative Ultrasound Imaging: Understanding The Technology and its Applications. *JOSPT*, 37(8), 434-449.

Whittaker, J., Warner, M., & Stokes, M. (2009). Induced transducer orientation during ultrasound imaging: effects on abdominal muscle thickness and bladder position. *Ultrasound Med Bio*, 35(11), 1803-1811.

Winstein, C. (1991). Knowledge of results and Motor Learning – Implications for Physical therapy. *Physical Therapy*, 71(2), 140-149.

Worth, Henry, S., & Bunn, Y. (2007). Real-time ultrasound feedback and abdominal hollowing exercises for people with back pain. *NZ J Physiother*, 35, 4-11.

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Orientação das fibras das regiões superior, média e inferior do músculo TrA (retirado de Urquhart, <i>et al.</i> , 2005).....	21
Figura 2: Orientação das fibras das regiões superior, média e inferior do músculo TrA (retirado de Teyhen, 2007).....	21
Figura 3 <i>Imagem em Repouso - medição do TrA - Rectas a)b)c)d).</i> ....	54
Figura 4 <i>Imagem em Contração - medição do OI Recta e).</i> .....	54
Figura 5 <i>Imagem em Contração - medição do Deslizamento do TrA Recta f).</i> .....	54

## INDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Desenho do estudo .....	47
Quadro 2 - Constituição dos grupos segundo o ano curricular de pertença dos estudantes .....	56
Quadro 3 - Características sócio demográficas da amostra .....	57
Quadro 4- Características da Amostra quanto à classe etária por grupo.....	57
Quadro 5 - Características das variáveis Contração e Deslizamento antes da intervenção .....	59
Quadro 6 - Características das variáveis Contração e Deslizamento depois da intervenção .....	60
Quadro 7- Performance Muscular do Grupo de Controlo (GC).....	61
Quadro 8 - Performance Muscular do GIRE-VC .....	62
Quadro 9 - Performance Muscular do GIRE-VE .....	63
Quadro 10 - Resultados por Grupo: Diferença de médias das variáveis de performance muscular .....	64
Quadro 11 – Comparação entre os grupos para as variáveis de caracterização .....	iv
Quadro 12 - Pressuposto da Normalidade da distribuição das variáveis de performance muscular antes, nos três grupos.....	v
Quadro 13 – Quadro Kruskal-Wallis .....	vi
Quadro 14 - Pressuposto da Igualdade de Variâncias das variáveis de performance muscular antes – teste Levene .....	vi
Quadro 15 - Pressuposto da Igualdade de Variâncias das variáveis de performance muscular antes – teste FW de Welch.....	vi
Quadro 16 - Testes de Comparações Múltiplas para a <i>variável Deslizamento TrA</i> antes - Games Howell.....	vii
Quadro 17 - Pressuposto da Normalidade da distribuição das variáveis de performance muscular depois nos três grupos.....	viii
Quadro 18 - Pressuposto da Igualdade de Variâncias das variáveis de performance muscular depois – teste Levene .....	viii
Quadro 19 - Análise da Variância depois – teste kruskal-Wallis.....	ix
Quadro 20 - Testes de Comparações Múltiplas das variáveis <i>Média Diferenças Transverso Contração depois</i> e <i>Média Deslizamento TrA depois</i> - teste de Scheffe.....	x
Quadro 21 – Testes de Comparações Múltiplas para a Contração do TrA .....	xi
Quadro 22 - Testes de Comparações Múltiplas para o Deslizamento do TrA .....	xi
Quadro 23 - Testes de Comparações Múltiplas para a Contração do OI .....	xi
Quadro 24 - Coeficiente de Correlação Intraclasse .....	xviii

---

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Variáveis de performance muscular no Grupo de Controlo (GC).....	61
Gráfico 2 - Variáveis de performance muscular no GIRE-VC. ....	62
Gráfico 3 - Variáveis de performance muscular do GIRE-VE .....	63
Gráfico 4 - Resultados por Grupo: Diferença de médias das variáveis de performance.....	65

---



---

## ANEXOS

---

## Anexo I – Variáveis de Caracterização

**Quadro 11 – Comparação entre os grupos para as variáveis de caracterização**

Variável em análise	Condições de aplicação/Pressupostos	Valor do teste principal	Sig
Sexo	Verificadas (0% Eij<5)	$X^2=5,125$	>0,05
Prática de Desporto	Verificadas (0% Eij<5)	$X^2=4,547$	>0,05
Idade	Normalidade – não verificada S-W=0,9586; Sig<0,05	$F_{(2,72)}=3,973$	>0,05
	Homocedasticidade – não verificada L=9,084; Sig<0,05	$W=3,040$	<0,05
Peso	Normalidade - verificada S-W=0,951; Sig>0,05	$F_{(2,72)}=1,843$	<0,05
	Homocedasticidade - verificada L=2,207; Sig>0,05		
Altura	Normalidade - verificada S-W=0,944; Sig>0,05	$F_{(2,72)}=1,432$	<0,05
	Homocedasticidade – verificada L=0,794; Sig>0,05		

$X^2$  – teste de independência do qui-quadrado

F – teste F

S-W – teste de Shapiro-Wilk

L – teste de Levene

W – teste de Welch

\*na ausência de homocedasticidade, recorreu-se ao teste de Welch para testar a igualdade das médias

---

## Anexo II – Comparação dos grupos antes da intervenção – variáveis de performance muscular

De acordo com o Quadro 12, verifica-se a **normalidade** da *Média Diferenças Contração do TrA antes* para os 3 grupos. Para a *Média Diferença OI Contração antes* assume-se a normalidade para o GC e para o GIRE-VC mas não para o GIRE-VE, pelo que a análise de comparação dos grupos para esta 2ª variável será confirmada com o teste de Kruskal-Wallis. Face à variável *Média Deslizamento Transverso antes* não se verifica a normalidade para os 2 primeiros grupos: GC e GIRE-VC, pelo que também aqui se confirmará a decisão da comparação dos grupos com o teste não paramétrico (Kruskal-Wallis - Quadro 13)

**Quadro 12 - Pressuposto da Normalidade da distribuição das variáveis de performance muscular antes, nos três grupos**

	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
Média Diferenças TrA Contração antes	GC	,935	26	,103
	GIRE-VC	,964	25	,509
	GIRE-VE	,967	24	,590
Média Diferenças OI Contração antes	GC	,937	26	,115
	GIRE-VC	,925	25	,065
	GIRE-VE	,897	24	,019
Média Deslizamento Transverso antes	GC	,903	26	,018
	GIRE-VC	,885	25	,009
	GIRE-VE	,967	24	,592

A variável *Média de Deslizamento do TrA antes* da intervenção é diferente nos três grupos ( $p < 0,05$ ) (Kruskal-Wallis - Quadro 13).

Quadro 13 – Quadro Kruskal-Wallis

	V. Teste	Sig.
Média Diferenças TrA Contracção antes	1,161	0,322
Média Diferenças OI Contracção antes	1,426	0,251
Média Deslizamento Transverso antes	4,925	<b>0,032</b>

Para a análise da **homogeneidade de variância** das variáveis de performance muscular (Quadro 14), pelo teste de Levene , não se verifica a homocedasticidade (igualdade de variâncias) entre os grupos para as três variáveis.

Quadro 14 - Pressuposto da Igualdade de Variâncias das variáveis de performance muscular antes – teste Levene

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Média Diferenças TrA Contracção antes	3,443	2	72	,037
Média Diferenças OI Contracção antes	3,278	2	72	,043
Média Deslizamento Transverso antes	11,519	2	72	,000

A verificação da igualdade das variâncias das variáveis de performance muscular foi verificada pelo teste FW de Welch (Quadro 15).

Conclui-se que as variáveis de contracção apresentam médias iguais nos dois momentos, e que a variável referente ao deslizamento não tem média igual nos três grupos, confirmado com o teste de Kruskal -Wallis.

Quadro 15 - Pressuposto da Igualdade de Variâncias das variáveis de performance muscular antes – teste FW de Welch

		Statistic <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Média Diferenças TrA Contracção antes	Welch	1,161	2	46,155	,322
Média Diferenças OI Contracção antes	Welch	1,426	2	43,715	,251
Média Deslizamento Transverso antes	Welch	4,925	2	46,696	,011
	K-W*				,032

a. Asymptotically F distributed.

Para determinar que grupos são diferentes, realizou-se o teste de Games-Howell como post-hoc que possibilitou concluir que o grupo de controlo assume uma média significativamente superior ao do grupo GIRE-VC (Quadro 16)

**Quadro 16 - Testes de Comparações Múltiplas para a *variável Deslizamento TrA* antes - Games Howell**

(I) grupo	(J) grupo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
GC	GIRE-VC	3,26554*	1,15375	,019
	GIRE-VE	1,34209	1,15581	,483
GIRE-VC	GC	-3,26554*	1,15375	,019
	GIRE-VE	-1,92344	,82787	,062
GIRE-VE	GC	-1,34209	1,15581	,483
	GIRE-VC	1,92344	,82787	,062
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.				

---

### Anexo III – Comparação dos grupos depois da intervenção – variáveis de performance muscular

Pela análise do Quadro 16 podemos constatar que só para a *Média Diferenças TrA Contração depois* se verifica a **normalidade** da distribuição de todos os grupos, pelo que também aqui se confirmará a decisão da comparação dos grupos com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis

**Quadro 17 - Pressuposto da Normalidade da distribuição das variáveis de performance muscular depois nos três grupos**

	grupo	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Média Diferenças TrA Contração depois	GC	,967	26	,553
	GIRE-VC	,954	25	,301
	GIRE-VE	,965	24	,543
Média Diferenças OI Contração depois	GC	,933	26	,091
	GIRE-VC	,882	25	,008
	GIRE-VE	,833	24	,001
Média Deslizamento Transverso depois	GC	,956	26	,323
	GIRE-VC	,795	25	,000
	GIRE-VE	,971	24	,700

Pela análise do Quadro 18 podemos constatar que existe **homogeneidade de variância** entre os grupos para as três variáveis.

**Quadro 18 - Pressuposto da Igualdade de Variâncias das variáveis de performance muscular depois – teste Levene**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Média Diferenças TrA Contração depois	,855	2	72	,430
Média Diferenças OI Contração depois	,401	2	72	,671
Média Deslizamento Transverso depois	2,583	2	72	,083

Da análise do Quadro 19, comparação dos grupos com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, podemos verificar que as médias são significativamente diferentes entre os grupos para as variáveis *Média Diferença Transverso Contracção depois* e *Média Deslize Transverso depois*.

**Quadro 19 - Análise da Variância depois – teste kruskal-Wallis**

		Sum of Squares	df	F	Sig.
Média Diferenças TrA Contracção depois	Between Groups	11,984	2	3,258	,044
	Within Groups	132,428	72		
	Total	144,412	74		
Média Diferenças OI Contracção depois	Between Groups	1,640	2	,361	,698
	Within Groups	163,357	72		
	Total	164,997	74		
Média Deslizamento Transverso depois	Between Groups	139,298	2	4,857	,011*
	Within Groups	1032,476	72		
	Total	1171,774	74		
*significativo também com Kruskal-Wallis					

No sentido de descobrir que grupos diferem entre si, realizou-se, para cada variável, um teste de Sheffe – Quadro 20

Pela análise do Quadro 19, face à *Média Diferenças TrA Contracção depois* o GC é significativamente inferior ao GIRE-VE; podem formar-se 2 subconjuntos: um primeiro, com média mais baixa, que inclui o grupo de controlo e o GIRE-VC e um outro apenas com o GIRE-VE, que apresenta uma média superior.

No que diz respeito à *Média Deslizamento Transverso depois* verifica-se que o GC é significativamente superior ao GIRE-VC. Também aqui é possível formar dois grupos, um com o GIRE-VC com uma média mais baixa e outro com os dois grupos restantes, com média superior.



**Quadro 20 - Testes de Comparações Múltiplas das variáveis *Média Diferenças Transverso Contração depois* e *Média Deslizamento TrA depois* - teste de Scheffe**

Dependent Variable	(I) grupo	(J) grupo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Média Diferenças Transverso Contração depois	GC	GIRE-VC	-,46603	,37988	,475
		GIRE-VE	-,97991*	,38390	,044
	GIRE-VC	GC	,46603	,37988	,475
		GIRE-VE	-,51389	,38757	,420
	GIRE-VE	GC	,97991*	,38390	,044
		GIRE-VC	,51389	,38757	,420
Média Deslizamento Transverso depois	GC	GIRE-VC	3,09236*	1,06072	,018
		GIRE-VE	,48269	1,07193	,904
	GIRE-VC	GC	-3,09236*	1,06072	,018
		GIRE-VE	-2,60967	1,08217	,061
	GIRE-VE	GC	-,48269	1,07193	,904
		GIRE-VC	2,60967	1,08217	,061
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.					

Anexo IV - Comparação das variáveis de performance muscular entre os dois momentos grupo a grupo

Quadro 21 – Testes de Comparações Múltiplas para a Contracção do TrA

(I) GRUPO	(J) GRUPO	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.a
GC	GIRE-VC	-.161	.332	.630
	GIRE-VE	-.651	.336	<b>.056</b>
GIRE-VC	GC	.161	.332	.630
	GIRE-VE	-.491	.339	.152
GIRE-VE	GC	.651	.336	<b>.056</b>
	GIRE-VC	.491	.339	.152

Quadro 22 - Testes de Comparações Múltiplas para o Deslizamento do TrA

(I) GRUPO	(J) GRUPO	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.a
GC	GIRE-VC	-,173	,877	,981
	GIRE-VE	-,859	,886	,627
GIRE-VC	GC	-,173	,877	,981
	GIRE-VE	-,686	,895	,746
GIRE-VE	GC	,859	,886	,627
	GIRE-VC	,686	,895	,746

Quadro 23 - Testes de Comparações Múltiplas para a Contracção do OI

(I) GRUPO	(J) GRUPO	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.a
GC	GIRE-VC	-,129	,322	,923
	GIRE-VE	-,042	,325	,991
GIRE-VC	GC	,129	,322	,923
	GIRE-VE	,086	,328	,966
GIRE-VE	GC	,042	,325	,991
	GIRE-VC	-,086	,328	,966

---

## APÊNDICES

---



**Faculdade de Ciências**



## **APRESENTAÇÃO DO PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO**

### **PERFORMANCE DO TRANSVERSO DO ABDOMEN RECURSO À ECOGRAFIA COMO INFORMAÇÃO DE RETORNO EXTRÍNSECA**

*Unidade Curricular:* Trabalho Projecto – Mestrado – 2º ano

*Docente Responsável:* Prof. Ricardo Matias

*Estudante investigador:* Isabel Bastos de Almeida

*Objectivo geral do estudo:* Determinar a efectividade da ecografia em tempo real, como informação de retorno extrínseca visual, na performance do transverso do abdómen, em sujeitos saudáveis.

*Relevância do estudo:* Uma vez que o TrA e o OI contribuem para a estabilidade lombo pélvica, e que a aprendizagem do seu controlo motor é essencial para a recuperação da função, torna-se relevante clarificar a influência de dar informação de retorno na aprendizagem da performance desses músculos, bem como encontrar as melhores estratégias para o realizar. A ecografia foi o instrumento escolhido para servir esse objectivo.

*Instrumentos de medida e procedimentos:* Todas as técnicas de medição são não invasivas e sem riscos previsíveis. Os Instrumentos utilizados na recolha de dados são:

- Balança antropométrica
- Ecógrafo “General Electric – Logic 200 Pro series”, B-mode, com transdutor de 7,5MHz linear;
- Biofeedback de pressão (Chattanooga group, Hixson, TN);

---

*Tempo previsto para a recolha dos dados: 30 m cada sujeito.*

*Antes da sua aceitação formal para colaborar no estudo necessitamos que responda às seguintes questões, assinalando com uma cruz de forma bem visível, no quadrado correspondente à sua resposta:*

	Sim	Não
a) Que idade tem? <input type="checkbox"/>		
b) Neste momento tem alguma doença musculo esquelética ou sistémica (ex. Artrite reumatóide, lúpus )?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Tem ou teve alguma doença que afecte de alguma forma os músculos do tronco ou dos membros (ex. lesão neurológica, doença neuromuscular)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Durante a sua vida já teve alguma cirurgia abdominal, lombar ou pélvica que tenha deixado sequelas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Tem alguma deformidade grave coluna vertebral (ex. escoliose, cifoescoliose)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Neste momento tem alguma dor na coluna lombar ou na cintura pelvica ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Tem algum problema de incontinência urinária?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Nos últimos 6 meses praticou regularmente (3 x semana) actividade física, desportos ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Se sim qual o nível de intensidade? baixa <input type="checkbox"/> moderada <input type="checkbox"/> elevada <input type="checkbox"/>		
j) Se é mulher, confirma que <u>não</u> está grávida, nem se encontra em fase de menstruação?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k) Que ano do curso de Fisioterapia está a frequentar? <input type="checkbox"/>		

---

*Agradecemos desde já a sua disponibilidade em colaborar neste estudo e solicitamos que leia atentamente a folha seguinte, e assine caso concorde.*

## **CONSENTIMENTO INFORMADO**

***Título do Projecto:***

PERFORMANCE DO TRANSVERSO DO ABDOMEN  
RECURSO À ECOGRAFIA COMO INFORMAÇÃO DE RETORNO EXTRÍNSECA

***Investigador principal e responsável do Projecto:*** Prof. Ricardo Matias

**Investigador:** Isabel Bastos de Almeida

O investigador mencionou de forma clara e acessível o objectivo do estudo e as suas potenciais implicações, bem como os seus princípios e procedimentos.

- 1. Tive a oportunidade de discutir a informação relativa ao estudo com o investigador e esclarecer qualquer dúvida relativa ao mesmo.*
- 2. Compreendi que os dados obtidos neste estudo poderão ser publicados, que não serei identificado e qualquer informação pessoal será mantida confidencial.*
- 3. Tomei conhecimento que o método e instrumentos de recolha de dados utilizados neste estudo (balança, biofeedback de pressão, e ecografo), não acarretam riscos para a minha saúde.*
- 4. Foi-me afirmado que tenho o direito de recusar a todo o momento a minha participação no estudo, sem que isso me prejudique de alguma forma.*
- 5. Compreendi que não obterei qualquer benefício ao participar neste estudo.*
- 6. Confirmo que sou maior de idade.*

***Nome do Sujeito:*** \_\_\_\_\_

***Ano de Curso:***-----

---

**Contacto telefónico:**\_\_\_\_\_

**Email:**\_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2010    **Assinatura do sujeito:**\_\_\_\_\_

*Confirmo que expliquei a natureza do estudo ao sujeito acima mencionado e que ele compreendeu o que estava envolvido.*

***Nome do Investigador:***\_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2010    **Assinatura do Investigador:**\_\_\_\_\_



---

## Apêndice 2 – Estudo Piloto

Realizou-se um estudo piloto, numa amostra de 6 sujeitos, com características semelhantes às que se pretendiam para o estudo, respeitando os mesmos critérios de inclusão e de exclusão. Este estudo permitiu verificar que: primeiro, o examinador adquiriu uma performance adequada relativamente aos procedimentos de recolha de dados e gravação de imagens; segundo, o tempo a despendar com cada sujeito não seria superior a 20 minutos; terceiro, que as fichas de registo eram adequadas ao que se pretendia do estudo. Com base nos dados obtidos realizou-se um Teste reteste da fidedignidade intra observador. Para tal foram seleccionadas 108 imagens dos sujeitos e recorreu-se ao Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC), utilizando a classificação proposta por Fleiss (1986), citada por May, Littlewood & Bishop (2006). Os resultados obtidos mostraram que a fidedignidade intra observador foi excelente.

**Quadro 24 - Coeficiente de Correlação Intraclass**

		95% Confidence Interval			F Test with True Value 0		
	Intraclass Correlation a	Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.992b	0.99	0.994	501.466	269	807	0
Average Measures	.998c	0.998	0.998	501.466	269	807	0

### 1.1 - Objectivo

Avaliar a fidedignidade intra observador das medições da espessura dos músculos TrA e OI e deslizamento do TrA, obtidas nas imagens, gravadas por ecografia, da parede abdominal em repouso e em contracção.

### 1.2 - Fundamentação

Hides *et al* (2007) demonstram existir elevada fidedignidade intra observador nas medições da espessura dos músculos abdominais, referindo que o ecógrafo é um instrumento adequado para utilização quer em clínica quer em investigação. Sugerem contudo que o utilizador realize

---

um treino prévio e seja feita uma validação da fidedignidade das suas medições. A espessura do OE não é medida com suporte em evidencia que nega a correlação entre as alterações na espessura e a sua activação, medida por electromiografia (EMG) de profundidade, Hodges et al (2003).

De acordo com estes estudos, consideramos ser relevante, para efeitos do estudo de efectividade da ecografia como IRE na performance do TrA em sujeitos saudáveis, realizar uma validação da nossa fidedignidade da medição intra pessoal.

### **1.3 – Materiais e Métodos**

Seis sujeitos, (5 do sexo feminino), sem história de dor lombar executaram a tarefa de contrair os músculos da parede abdominal isométricamente em decúbito dorsal com os joelhos flectidos e os pés relaxados em apoio de calcanhar.

O ecógrafo foi utilizado bilateralmente para avaliar a espessura dos músculos OI e TrA em repouso e em contracção, bem como alterações no comprimento do TrA (indicadas pelo deslizamento da fascia abdominal antero lateral). A fidedignidade das medições do investigador, que teve aprendizagem e treino de ecografia por um período de 4 meses, foi avaliada através de:

- a) Medições da espessura dos dois musculos observados em repouso e em contracção, usando 12 imagens do lado direito do abdomen (6 repouso e 6 contracção)
- b) Medições do deslizamento da fascia abdominal anterior em 6 imagens do lado direito do abdomen.
- c) Medições da espessura dos dois músculos observados em repouso e em contracção, usando 6 imagens do lado esquerdo do abdomen (3 repouso e 3 contracção)
- d) Medições do deslizamento da fascia abdominal anterior em 3 imagens do lado esquerdo do abdomen.
- e) Repetição de todos os procedimentos de a), b), c) e d) 2, 4 e 7 dias após.

---

### 1.3.1 - Procedimentos

Para a recolha de imagens, os sujeitos realizaram 9 manobras de contracção dos músculos abdominais com intervalos de 2 minutos de descanso entre elas, conforme descrito por Hides et al (2007).

Dessas 9 manobras foram gravadas 6 pares de imagens repouso/contracção para a parede abdominal direita e 3 para a esquerda.

Congeladas 2 imagens (repouso/contracção) para cada manobra, gravou-se um total de 18 imagens por sujeito, com o comando verbal foi “leve o seu umbigo na direcção das costas”.

Não foi permitido ao sujeito visualizar a imagem, para que não recebesse IRE de performance da contracção. As imagens foram captadas e gravadas através de um dispositivo de captação próprio, e posteriormente analisadas e medidas.

A medição das imagens decorreu em deferido através de um software específico.

Em primeiro lugar captaram-se as imagens do lado direito do abdómen em repouso e em contracção e seguidamente repetiu-se o procedimento para o lado esquerdo do abdómen.

### 1.3.2 - Recolha das imagens

O ecógrafo foi colocado do lado direito do sujeito por forma a poder obter imagens da sua parede abdominal.

O transdutor do ecógrafo foi colocado transversalmente à parede abdominal anterolateral direita entre o ângulo inferior da 11<sup>a</sup> costela e a crista ilíaca, Teyhen *et al*, (2007) o seu bordo interno na horizontal e paralelamente ao umbigo, a cerca de 10 cm do mesmo.

A posição do transdutor foi ajustada de forma a assegurar que o bordo interno do músculo TrA se localizasse a dois cm do lado interno da imagem da ecografia, enquanto o sujeito mantinha a parede abdominal em repouso (Ferreira et al., 2004). Esse ponto foi marcado no ecrã do ecógrafo por forma a ser a referência fixa para o TrA para todas as imagens e posterior referência dos pontos de medição em diferido.

As imagens obtidas foram gravadas como ficheiros de vídeo e posteriormente medidas e analisadas.

---

### 1.3.3 - Codificação das imagens

Sujeitos: A B C D F G (excluído um sujeito, o E por incapacidade de visualização dos contornos musculares)

Lados do abdómen: D para o direito e E para o esquerdo

Estado do musculo: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 e 17, (nº impar) para o repouso.

2c, 4c, 6c, 8c, 10c, 12c, 14c, 16c e 18c (nº par) para a contracção

Músculo: t – TrA e oi - OI e d - deslizamento

Exemplo:

Imagens em repouso: A1Dt: Sujeito A; imagem 1 em repouso, lado dto, espessura do Transverso

A1Doi : Sujeito A; imagem 1 em repouso, lado dto, espessura do obliquo interno

A13 Et : Sujeito A, imagem 13 em repouso, lado esquerdo, espessura do Transverso

A13Eoi : Sujeito A, imagem 13 em repouso, lado esquerdo, espessura do Obliquo interno

Imagens em contracção: A2Dct; A2Dcoi; A2Dc DESLIZAMENTO; A14Ect , A14Ecoi

### 1.3.4 - Realização das medições

Para a medição dos músculos em estudo, realizadas em diferido seguimos as referências de Ferreira *et al*, (2004) e Hides, *et al* (2007). Utilizámos o centro da imagem a partir do ponto previamente marcado no ecrã (a dois cm da margem direita), no momento da recolha. Marcámos na imagem uma recta vertical (*a*) sobre esse ponto. Nele coincidiu o ponto formado pela intersecção das duas linhas de transição da fascia do TrA. Medimos a distancia dessa recta vertical (*a*) ao bordo esquerdo da imagem e a meio traçamos uma recta vertical (*b*), aproximadamente a meio do ventre muscular visível, ( $\pm 17$  cm da recta *a*)).

**Cálculo da espessura do TrA:** Foi traçada uma recta horizontal (*c*), perpendicular as rectas (*a*) e (*b*). Esta recta é tangente ao bordo superior da aponevrose inferior que separa o TrA do conteúdo abdominal. Em seguida foi traçada uma recta horizontal (*d*) perpendicular às rectas (*a*) e (*b*) e paralela recta (*c*). A recta (*d*) é tangente ao bordo inferior da aponevrose superior do TrA que separa o OI do TrA no ponto de intersecção com a recta (*b*). Por fim foi medida, sobre a recta *b*), a distância em mm entre as rectas (*c*) e (*d*), referente à espessura do TrA.

---

**Cálculo da espessura do OI:** Foi traçada mais uma recta horizontal (*e*) perpendicular às rectas (*a*) e (*b*). A recta (*e*) é tangente ao bordo inferior da aponevrose superior do OI no ponto de intersecção com a recta (*b*) e separa o OE do OI. Foi medida, sobre a recta (*b*), a distância em mm entre as rectas (*d*) e (*e*)

**Cálculo do deslizamento do TrA:** Nas imagens em contracção marcou-se uma recta (*f*), perpendicular às rectas (*c*) e (*d*) e (*e*), e paralela as rectas (*a*) e (*b*), sobre o ponto onde se encontra a intersecção das duas linhas de transição da fascia do TrA. Foi medida a distância em obliquo que vai desde o ponto previamente a marcado a dois cm, na recta (*a*) até à nova localização do ponto da intersecção das fascias na recta (*f*).

#### 1.4 – Resultados

A fidedignidade intra observador da medição dos músculos foi verificada pela análise da variância para avaliar a mudança sistemática nas medidas obtidas, usando o Coeficiente de Correlação Intraclass.

A fidedignidade na medição da espessura foi excelente (ICC de 0,998), o que significa uma medição criteriosa e sistemática ao longo dos dias produzindo uma repetitividade de procedimento.

#### 1.5 – Conclusão

Estes resultados obtidos através de um conjunto de procedimentos tanto de recolha de imagens, como da sua codificação e medição das variáveis, permitiu-nos aferir a reprodutibilidade metodológica do investigador na medição dos músculos abdominais, (Hides, 2007), com uma elevada fidedignidade possibilitando e orientando o estudo principal.